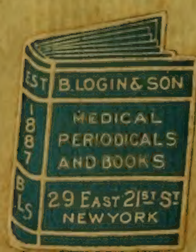

EST 1887
B. LOGIN & SON
MEDICAL
PERIODICALS
AND BOOKS
29 EAST 21ST ST
NEW YORK
BLS

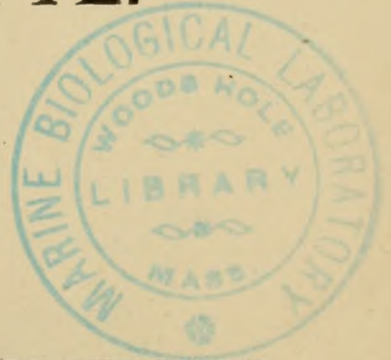
ANATOMISCHE HEFTE.

ERSTE ABTEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

36. BAND (108., 109., 110. HEFT).

ANATOMISCHE HEFTE.



BEITRÄGE UND REFERATE

ZUR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

FR. MERKEL UND **R. BONNET**

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN GÖTTINGEN. O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN BONN.

ERSTE ABTEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

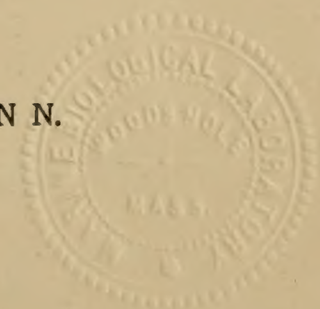
36. BAND (108., 109., 110. HEFT.)

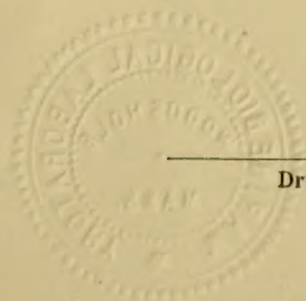
MIT 48 TAFELN UND 108 FIGUREN IM TEXTE.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1908.





Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Inhalt.

108. Heft (ausgegeben im März 1908).

Seite

Richard Reinhardt, Über Pleiodaktylie beim Pferde. Mit 13 Abbildungen im Text 1

Georg Schorr, Zur Entwickelungsgeschichte des sekundären Gaumens bei einigen Säugetieren und beim Menschen. Mit 3 Abbildungen auf Tafel 1 und 19 Abbildungen im Text . . 69

B. Henneberg, Beiträge zur Entwickelung der Ohrmuschel. Mit 40 Figuren auf den Tafeln 2/9 107

109. Heft (ausgegeben im April 1908).

Fritz Ask, Über die Entwickelung der Lidränder, der Tränenkarunkel und der Nickhaut beim Menschen, nebst Bemerkungen zur Entwickelung der Tränenableitungswege. Mit 17 Figuren auf den Tafeln 10/22 189

August Brinkmann, Die Rückendrüse von Dicotyles. Mit 3 Abbildungen im Text und 2 Doppeltafeln 23/24 und 25/26 . . . 281

M. Ramström, Anatomische und experimentelle Untersuchungen über die lamellösen Nervenendkörperchen im Peritoneum parietale des Menschen. Mit den Tafeln 27/32 und 6 Figuren im Text 309

K. Asai, Die Blutgefässe im häutigen Labyrinthe des Hundes. Hierzu die Tafeln 33/36 369

110. Heft (ausgegeben im Mai 1908).

Ivar Broman, Über die Entwickelung und „Wanderung" der Zweige der Aorta abdominalis beim Menschen nebst Bemerkungen über Gefässwurzelwanderungen im allgemeinen. Mit 43 Figuren im Text und auf Tafel 37—41 405

J. Shikinami, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Gallenblase. Mit 21 Figuren auf den Tafeln 42/45 551

E. Klinge, Die inneren Irisschichten der Haussäugetiere. Mit 24 Figuren im Texte 601

K. Asai, Die Blutgefässe des häutigen Labyrinthes der Ratte. Beiträge zur vergleichenden Anatomie des inneren Ohres. Mit 3 Abbildungen auf den Tafeln 46/48 711

Aus dem anatomischen Institut der kgl. tierärztlichen Hochschule in Stuttgart.
(Vorstand: Direktor Professor Dr. Sussdorf.)

ÜBER

PLEIODAKTYLIE BEIM PFERDE.

VON

RICHARD REINHARDT,
FREUDENSTADT.

Mit 13 Abbildungen im Text.

Inhalt.

Seite
A. Die Brustgliedmassen 7
B. Die Beckengliedmassen 22
Zweiter Fall 35
Dritter Fall 39
Vierter Fall 44
Beurteilung 47
Literaturverzeichnis 64

Das Auftreten der Mehrzehigkeit beim Pferde ist schon früh beobachtet worden und auch Gegenstand der Untersuchung und Beschreibung gewesen. Schon in alten Abhandlungen über Pferdezucht wird dieser Vorkommnisse gedacht (Winter von Adlersflügel 98). Dieselben wurden, wie ähnliche Fälle dieser Art (Kalb mit zwei Köpfen oder fünf Gliedmassen, Kind mit Hundskopf), in ältester Zeit als Portenta, Ungeheuer, schlimme Vorzeichen aufgefasst. Dann suchte man sie als Lusus naturae zu erklären, als Dinge, womit die Natur den wissbegierigen Menschen äffte. Späterhin betrachtete man solche Erscheinungen gewissermassen als Fabrikationsfehler: Die Natur bringt das Gebilde nicht ganz fertig oder schiesst über das Ziel hinaus. Auch das „Versehen der Mutter“ spielte bei der Erklärung der erwähnten Vorkommnisse keine geringe Rolle. Aber die Fortschritte der Wissenschaft haben mit diesen Auffassungen tabula rasa gemacht, und heutzutage werden die Missbildungen als das Ergebnis von störenden Eingriffen in den Entwickelungsgang des Individuums angesehen (Pfitzner (65, 66)).

Das Vorkommen der Pleiodaktylie beim Pferde zog die besondere Aufmerksamkeit der betreffenden Fachkreise auf sich, als die Paläontologie nachwies, dass das Pferd nicht von jeher der Einzeher war, wie er sich heute präsentiert, sondern dass es einem pentadaktylen Urahnen seinen Ursprung verdankt und dass es erst in einer langen, durch die paläontologischen Funde

fast lückenlos uns überlieferten Ahnenreihe sich zum Einhufer entwickelt hat. Was lag also beim Auftreten der Mehrzehigkeit bei unserem Pferde näher als der Gedanke, dass man es hier mit Atavismus, mit einem Zurückgreifen auf eine frühere Pferdeform, zu tun habe?

Und so sind denn auch die zahlreich beobachteten und in der Literatur verzeichneten Fälle von Pleiodaktylie des Pferdes zumeist als Rückschlag gedeutet worden. Mit der Begründung ihrer Auffassung haben es die Autoren meist recht leicht genommen: es genügte ihnen in der Regel zu sagen, dass hier ein Fall von Atavismus vorliege, ohne Angabe, weshalb und aus welchen Gründen. Auch sind die Beschreibungen der einzelnen Fälle vielfach recht mangelhaft. Meist beschränken sich die Angaben auf die Skeletteile, vielleicht auch noch auf die vorhandenen Bänder, während die Muskeln und Sehnen und namentlich die Gefässe und Nerven in der Regel unberücksichtigt geblieben oder nur oberflächlich erwähnt und beschrieben sind, so dass es für den Leser schwer, ja unmöglich ist, sich ein Urteil darüber zu bilden, ob der beschriebene Fall dem Atavismus zuzurechnen oder als eine pathologische Missbildung aufzufassen ist. Und gerade diese Frage ist es doch, welche diesen Fällen besondere Bedeutung verleiht.

Bei der Wichtigkeit der Sache erschien es mir interessant genug, vier durch die Liebenswürdigkeit des Vorstandes des anatomischen Instituts der K. Tierärztlichen Hochschule zu Stuttgart, Herrn Direktor Dr. Sussdorf, mir zur Verfügung gestellte Präparate von mehrzehigen Pferden einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen.

Der erste Fall betrifft ein Pferd, welches durch das anatomische Institut der K. Tierärztlichen Hochschule zu Stuttgart von einem Schaubudenbesitzer erworben wurde. Das Pferd, auf dem Rechberg, Oberamts Gmünd, in Württemberg geboren, ist ein mittelgrosses, an allen vier Füssen zwei-zehiges Pferd

(Stute). Jedem der vier Füsse sitzt an der Medianseite ein zweiter Finger bezw. eine zweite Zehe an. Die an den Brustgliedmassen befindlichen Afterfinger sind kräftiger entwickelt als die Afterzehen der Beckengliedmassen und berühren den Boden; die Nebenzehen der Hinterfüsse sind weit rudimentärer und schweben mehrere Zentimeter über dem Boden. Das Gehen, das im übrigen ohne besondere Beschwerde geschieht, erfolgt wie beim einzehigen Pferde, indem nur die betreffende Hauptzehe zum Stützen dient und die Afterzehe beim Schreiten mit vorwärts geschleudert wird. Das Pferd wurde im Jahre 1901 im Alter von sieben Jahren in der Anatomie zu Stuttgart getötet, nachdem es dort längere Zeit gehalten und im Jahre 1900 mehrere mal zwecks Erzielung von Nachkommenschaft, jedoch ohne Erfolg von einem Hengst belegt worden war.

A. Die Brustgliedmassen.

I. Das Äussere.

Bei näherer Besichtigung der Brustgliedmassen erweisen sich dieselben normal bis einschliesslich Handwurzel. Wie beim einzehigen Pferde ist an der medialen Seite des Unterarms über der Handwurzel eine normal gebildete Hornwarze (Kastanie) vorhanden. Eine Teilung der Hand lässt sich zunächst an der dorsalen Fläche der Mittelhand feststellen, an der eine seichte, vertikal abwärts laufende, gegen das distale Ende der Mittelhand zu sich verbreiternde Rinne fühlbar ist. Der am distalen Ende vollständig zweigeteilte Metacarpus trägt je einen wohlausgebildeten Finger. Der äussere von diesen ist der stärkere und weicht in Grösse, Form etc. von dem eines normalen Pferdes von derselben Grösse durchaus nicht ab. Der innere

Finger ist etwas schwächer, aber sonst normal gebildet; es lässt sich ein erstes, zweites und drittes Fingergelenk (Fessel-, Kron- und Hufgelenk) durchtasten. Der Huf, welcher vollständig ausgebildet ist und nur einen etwas verkümmerten Strahl[1]) mit abnormerweise einander genäherten Seitenwänden (Trachten) besitzt (Zwanghuf), ist an der dem anderen Hufe zugekehrten Seite abgeflacht. Er überragt letzteren nach abwärts um mehrere Zentimeter. Diese Verlängerung ist auf das weder durch starke Belastung noch Abnützung des Hornes beeinträchtigte Längenwachstum der Hornkapsel zurückzuführen. Der stärkere Finger besitzt eine wohlausgebildete Hornwarze (Sporn), bei dem kleineren ist eine solche ebenfalls, nur weit rudimentärer, vorhanden. Zwischen beiden Fingern reicht die Hand schwimmhautähnlich bis zur Krone der Hufe herab; die zwischen den letzten Fingergliedern sich ausdehnende Hautfalte ist verdickt und trägt dort, wo die Kronen beider Finger zusammentreffen ein kleines horniges Gebilde von der Gestalt einer dreiseitigen Pyramide auf sich.

II. Das Skelet (s. Figur 1).

Die Scapula und der Humerus zeigen, was Grösse und Form anlangt, keine Verschiedenheiten von den entsprechenden Knochen eines normalen Pferdes. Auch die Knochen des Unterarms bieten, was Form anlangt, keine Besonderheiten dar. Dagegen erweist sich das distale Ende des Antebrachium im Vergleiche mit einem im übrigen dieselben Masse besitzenden Antebrachium vom Pferde als breiter (um 1 cm). Namentlich ist der zur Articulation mit dem radialen Handwurzelknochen bestimmte mediale Teil der Gelenkwalze breiter (um ca. 0,5 cm);

[1]) In der Veterinäranatomie wird derjenige Teil des Hufes, welcher als keilförmiges, aus weichem Horn bestehendes Gebilde zwischen seinen beiden Seitenwänden an der Sohle des Hufes liegt, Hufstrahl oder kurzweg Strahl genannt.

die laterale Abteilung der Gelenkfläche, welche durch einen rundlichen Knopf nach Art des Capitulum ulnae dargestellt wird, grenzt sich am vorliegenden Präparate von der Walze durch eine breitere und tiefer als sonst gehende Furche ab.

Was die Knochen der Handwurzel anlangt, so ist vorauszuschicken, dass die proximale Reihe die auch beim Einzeher vorhandenen vier Knochen, die distale Reihe dagegen anstatt der beim einzehigen Pferde in der Regel in der Dreizahl vorhandenen Knochen vier wohl ausgebildete Knochen aufweist.

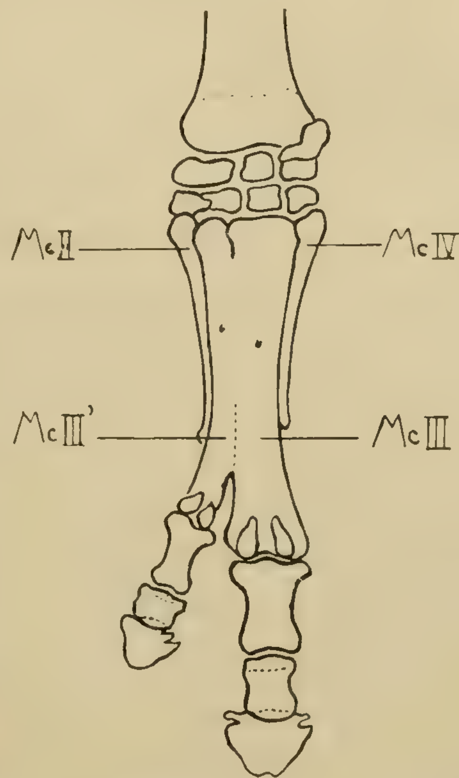


Fig. 1.
Rechte Hand (Volaransicht).

Von der Proximalreihe sind das O. c. radiale und das O. c. intermedium bedeutend grösser als gewöhnlich, während das O. c. ulnare und das O. c. accessorium weder in Grösse noch Form erhebliche Abweichungen von denen des einzehigen Pferdes zeigen.

Ein Os carpale I. (O. c. I.), das beim einzehigen Pferde etwa in der Hälfte der Fälle nachzuweisen ist und dann als ein stark erbsengrosses Knöchelchen im medialen Seitenbande des Gelenkes auftritt, ist im vorliegenden Falle nicht vorhanden. Das O. c. II. ist wohl ausgebildet und misst in dorso-volarer Richtung 3,5 cm, in radio-ulnarer Richtung 2,8 bezw. gegen das volare Ende zu 1,5 cm. Es hat die Form eines unregelmässigen Kegels, dessen Basis dorsal und dessen Spitze volar gelegen ist. Die distale Gelenkfläche ist dreigeteilt und zwar ihr vorderer Teil durch einen sagittalen Kamm in zwei Hälften,

von denen die median gelegene mit dem medialen rudimentären Mittelhandknochen und die laterale mit dem als Stützknochen für den Nebenfinger dienenden Mittelhandknochen articuliert. Ausserdem wird durch eine einschneidende Querfurche eine dritte Gelenkfläche zur Articulation mit dem letztgenannten Mittelhandknochen hohlhandwärts abgetrennt. Die ulnare Gelenkfläche ist durch breite, mehr oder weniger tiefe Furchen ebenfalls dreigeteilt und articuliert mit den entsprechenden Abschnitten des nächstfolgenden Carpalknochens.

Dieser, den wir zunächst einmal O. c. III′ nennen wollen, ist vergleichbar einer Pyramide, deren Basis dorsal und deren etwas abgestumpfte Spitze volar liegt. Die proximale Gelenkfläche ist eben, von dreieckiger Form, die distale volarwärts, wenig vertieft und durch einen sagittalen Kamm einerseits und durch eine breite, flache Furche andererseits in drei verschieden grosse Gelenkfacetten geteilt. Die kleinste, radikal gelegene und die grosse mittlere articulieren mit dem Mittelhandknochen des überzähligen Strahles und die kleinere ulnare mit Mc III. Die dorsale Fläche ist in der Mitte stark beulig aufgetrieben; das volare Endstück wird gebildet durch eine abgestumpfte Spitze. Die radiale Fläche ist durch eine breite, mit Rauhigkeiten versehene, flache Grube in drei Gelenkfacetten geteilt, welche sämtlich mit O. c. II. articulieren. Die ulnare Fläche ist konkav und trägt in ihrem vorderen Abschnitt zwei durch einen kleinen Kamm getrennte Gelenkfacetten und in ihrem volaren Abschnitt eine dritte kleine Gelenkfläche. Sämtliche articulieren mit entsprechenden Abschnitten des O. c. III.

Letzteres erscheint kleiner als beim einzehigen Pferde, gleicht jedoch im übrigen, ebenso wie das O. c. IV., den entsprechenden Knochen des Einzehers.

Die knöcherne Grundlage der Mittelhand wird am vorliegenden Präparat durch vier Knochen gebildet. Der am stärksten entwickelte von ihnen, der als Os metacarpale tertium

anzusprechen ist, hat normale Gestalt und Grösse. Medial ist ihm ein nahezu ebenso langer und in der Form gleichender, jedoch an Masse zurückstehender Knochen angelagert. Am proximalen Ende sind die Knochen teilweise getrennt. Von der dorsalen Fläche gesehen, erscheinen sie zunächst auf eine Strecke von 1,1 cm verwachsen, um hierauf einen 1 cm langen und 2 mm breiten Spalt zwischen sich zu lassen. Von der volaren Seite betrachtet sind die Knochen auf eine Strecke von 2,9 cm getrennt, worauf sie sich vereinigen. Ausserdem lässt sich, wenn man die Knochen von ihrer proximalen Fläche aus betrachtet, zwischen beiden ein ca. 0,5 cm Durchmesser haltendes ovales Loch feststellen, in das von oben her mit einer ziemlich dicken Sonde auf 1,2 cm Länge eingedrungen und das sowohl von dem zwischen den beiden Knochen bestehenden dorsalen als auch dem volaren Spalt betreten werden kann. Die Vereinigung der beiden Mittelhandknochen, die eine innige, flächenartige ist, wird in der Länge ihrer Berührungsfläche sowohl dorsal als volar je durch eine deutliche, seichte Furche markiert. Ungefähr 5 cm über dem distalen Ende des Mc III. trennen die Knochen sich vollständig. Der medial gelegene kleinere Mittelhandknochen ist etwas medianwärts abgebogen, so dass ein Spatium interosseum von 0,5—0,8 cm Breite entsteht. Am Übergang vom oberen zum mittleren Dritteil besitzt jeder der beiden Metacarpalknochen auf der Volarfläche ein ziemlich grosses Ernährungsloch zum Eintritt von Blutgefässen. Nach querer Durchsägung der beiden Knochen in ihrer Mitte ergibt sich, dass zwischen ihnen eine ziemlich breite, spongiöse Scheidewand besteht. Endlich ist den beschriebenen zwei Mittelhandknochen je ein in Grösse und Form den Griffelbeinen des einzehigen Pferdes entsprechender rudimentärer Metacarpalknochen (Mc II bezw. IV) angelagert.

Von den Mittelhandknochen tragen nur das Mc III und das einmal sogenannte Mc III′ Finger; die Phalangen des über-

zähligen Strahles sind ebenso wohl ausgebildet, wie die des dritten Strahles, nur dass sie entsprechend kleiner sind. Das Hufbein des überzähligen Strahles ist seitlich etwas komprimiert, so dass die Mitte des Randes zugespitzt erscheint und ohne die gewöhnlich sich vorfindende Usur ist.

Beide Strahlen besitzen je die oberen und unteren Sesambeine.

Über die Grössenverhältnisse der einzelnen Knochen des Fusses geben nachstehende Tabellen Aufschluss:

Tabelle 1.

	Mc. II	Mc. III'	Mc. III	Mc. IV
	cm	cm	cm	cm
Länge	17,2	21,0	23,0	16,6
Breite am proximalen Ende . . .	2,7	3,2	5,6	2,4
Breite in der Mitte	—	2,5	3,0	—
Breite am distalen Ende	—	3,5	5,8	—

Tabelle 2.

	Ph. I		Ph. II		Ph. III	
	des 3.' Strahls	des 3. Strahls	des 3.' Strahls	des 3. Strahls	des 3.' Strahls	des 3. Strahls
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Länge	6,2	8,3	2,3	4,2	4,5	5,2
Breite am proximalen Ende . .	4,5	6,5	4,0	6,0	—	—
Breite in der Mitte	2,4	3,6	3,6	5,1	5,2	8,2
Breite am distalen Ende . . .	3,6	5,0	5,0	5,4	—	—

III. Die Muskeln (s. Fig. 2 und 3).

Während die Muskeln der Schulter und des Oberarmes keinerlei wesentliche Abweichungen bieten, sind die am Unterarm beginnenden Muskeln der Hand in mancherlei Hinsicht abweichend.

a) Die dorso-laterale Muskulatur:

1. Der M. extensor carpi radialis entspringt wie üblich, spaltet aber bald aus seiner medial gelegenen Fleischmasse einen flachen Muskelkörper ab, der schon über der Mitte des Unterarmes in eine dünne, bandartige Sehne ausgeht, welche in einer besonderen Scheide des lig. dorsale carpi transversum ganz medial über die Handwurzel herabsteigt, an der Handwurzelkapsel sich verbreitet und schliesslich an der Basis des Mc III′ sich befestigt. Im übrigen verhält sich der Muskel wie beim einzehigen Pferde.

2. M. abductor pollicis longus. Sein wie bei anderen Pferden entspringender schmächtiger Muskelkörper geht in eine schief abeinwärts die beiden Sehnen des M. extensor carpi radialis überkreuzende flache Sehne über, die aber nicht in besonderer Sehnenscheide eingebettet ist, zum medialen Rande der Handwurzel sich begibt und dort in die dorsale Handwurzelfascie ausstrahlt. Es macht den Eindruck, als wenn seine Fasern sich bis zur Basis des Mc II noch fortsetzten.

3. M. extensor digitorum communis. Der wie beim einzehigen Tiere am Ober- und Unterarm entstehende Muskelkörper besteht aus:

α) Dem an der Crista epicondyli lateralis humeri und dem lateralen Ellenbogengelenk-Seitenband entspringenden Muskelbauch, welcher ungeteilt in eine schlanke Sehne übergeht, die in eine besondere Sehnenscheide wie üblich aufgenommen durch die mittlere Sehnenrinne des Unterarmes über den Handwurzelrücken bis zum oberen Ende des Mittelfusses herabsteigt, hier sich verbreiternd und mit der dorsalen Handwurzelfascie ver-

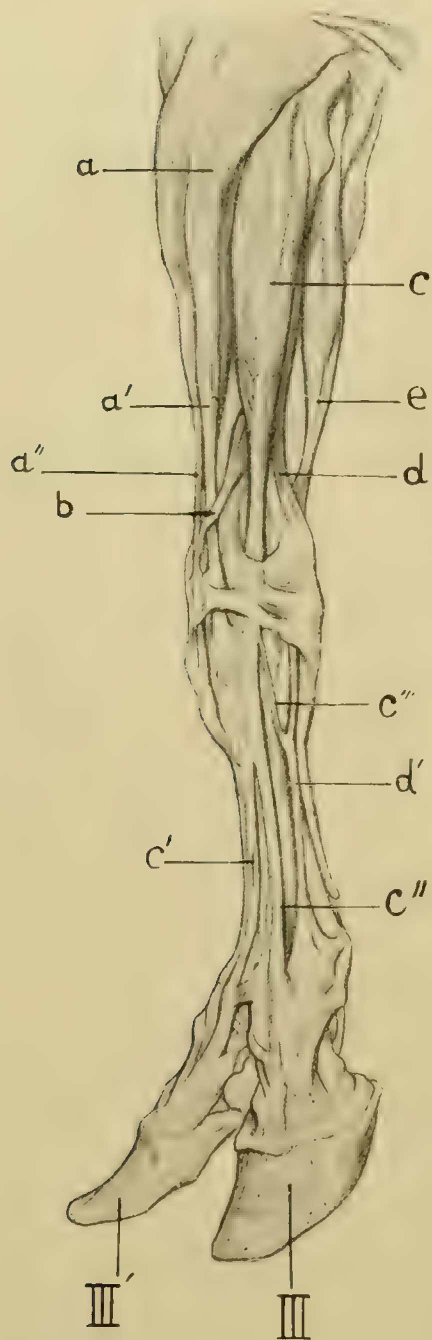


Fig. 2.

Muskeln der linken Hand, dorsolaterale Seite. a M. extensor carpi radialis, a′ a″ dessen Sehnen, b M. abductor pollicis longus, c M. extensor digit. communis, c′ dessen Sehne für den überzähligen Finger, c″ dessen Sehne für dig. III, c‴ dessen Sehne für dig. IV, d M. extensor dig. V proprius, d′ dessen Sehne, e M. extensor carpi ulnaris.

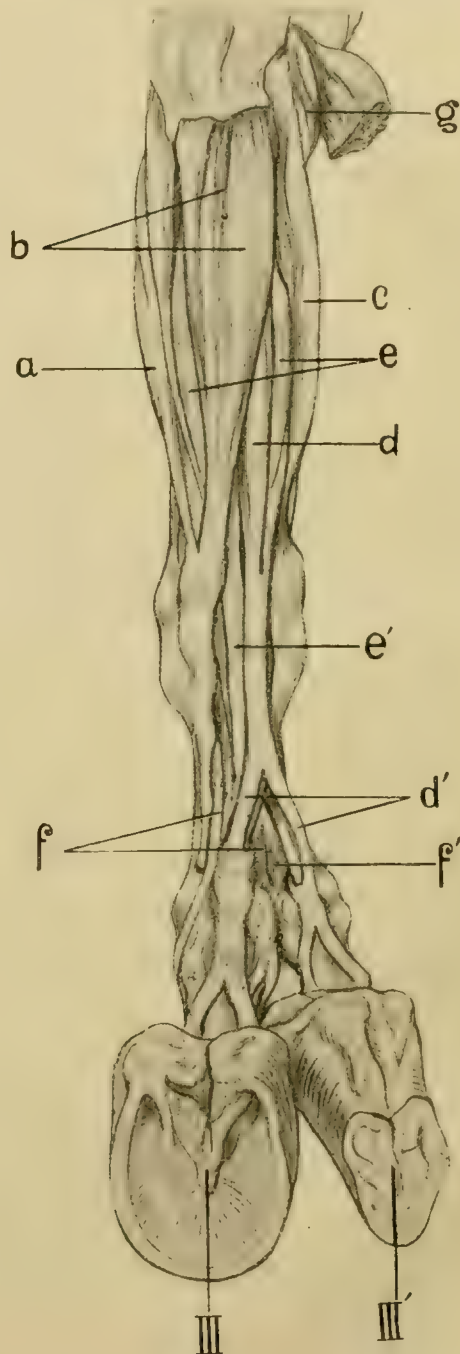


Fig. 3.

Muskeln der linken Hand, volare Seite. a M. extensor carpi ulnaris, b M. flexor carpi ulnaris, c M. flexor carpi radialis, d M flexor digit. sublimis, d′ dessen Sehnen, e M. flexor digit. profundus, e′ dessen Sehne, f f′ Mm. interossei, g M. pronator teres.

bunden, sich im oberen Drittel des Mittelfusses spaltet in einen medialen und einen lateralen Schenkel.

a′) Der mediale Schenkel ist flach, nahezu so breit wie der laterale, am medialen Rande durch einen von der Fascie abstammenden Zuwachs verbreitert und geht leicht zweiteilig an der Dorsalaponeurose des Nebenfingers, in welcher er sich bis zur Basis der Ph. III herabverfolgen lässt.

b′) Der laterale wenig kräftigere Schenkel verhält sich im wesentlichen wie üblich.

β) Dem mit dem M. extensor dig. II propr. zu identifizierenden sog. Thiernesseschen Muskel, der sich wie üblich verhält; eine Absonderung seiner Sehne, wie sie für den zweiten Finger erwartet werden durfte, ist im Bereich der unteren Hälfte des Unterarmes nicht mit Bestimmtheit festzustellen.

γ) Dem als Phillipsscher Muskel gehenden Kopf des M. extensor dig. comm. für dig. IV und V, der sich an der linken Hand wie sonst verhält; seine Sehne spaltet sich also im Bereich des Handwurzelrückens von der Hauptstrecksehne ab und geht im oberen Dritteil der Mittelhand an die Sehne des M. extensor dig. V propr. über. An der rechten Extremität dagegen spaltet sich die Sehne des Phillipsschen Muskels schon im Bereich des unteren Drittels des Unterarmes ab, bleibt ganz für sich und verläuft parallel mit der Sehne des M. extensor dig. comm. bis gegen das erste Fingergelenk, wo sie endigt. In der Mitte des Mittelfusses lässt sich die Sehne auf eine Strecke von 5 cm unschwer spalten in einen medialen stärkeren (für dig. IV) und einen lateralen schwächeren Ast (für dig. V).

4. Der M. extensor dig. V proprius verhält sich in seiner Entstehungsweise, Verlauf und Endigungsweise wie üblich.

b) Die Volarmuskulatur.

1. Der M. extensor carpi ulnaris und der M. flexor carpi ulnaris bieten keinerlei Differenzen dar gegenüber dem gewöhnlichen Befunde.

2. Der M. flexor carpi radialis gleicht zunächst dem des einzehigen Pferdes durchaus. Vom unteren Endstück des Unterarmes ab verbindet er sich, ohne in die sonst vorhandene Sehnenscheide einzutreten, mit dem Lig. carpi volare transversum und dessen Übergang an der Gelenkkapsel. In seiner Fortsetzung ist seine Sehne am medialen Rande der Vola carpi entlang bis in die Masse des Unterstützungsbandes des M. flexor dig. profundus zu verfolgen.

3. Der M. flexor digitorum superficialis entspringt in gleicher Weise wie beim einzehigen Pferde; von der Mitte der Mittelhand aus spaltet er sich in den medialen Schenkel für den Nebenfinger und den lateralen Schenkel für Dig. III. Das weitere Verhalten ist dasselbe wie beim Einzeher.

4. M. flexor digitorum profundus. Ulnarkopf und Brachialköpfe zeigen die gleichen Verhältnisse wie beim Einzeher. Der Radialkopf ist gut ausgebildet, im übrigen aber dem des Einzehers gleich. Auch das übrige Verhalten gleicht dem des Einzehers bis auf die der Doppelfingrigkeit entsprechende Gabelung, die ebenfalls in der Mitte der Mittelhand eintritt.

5. Mm. interossei. Von ihnen ist ein kräftiger M. interosseus III und auch ein relativ wohl entwickelter M. interosseus III′ vorhanden. Ein m. interosseus IV findet sich als ein dünner Sehnenstreifen. Neben (medial von) dem M. interosseus III′ zieht ein zwar rudimentärer, aber deutlich erkennbarer M. interosseus II herab, der sich übrigens wie der gleiche Muskel des Einzehers verhält. Der M. interosseus III′ teilt sich an seinem distalen Ende in zwei Äste, um die vereinigten Aa. metacarpeae I + II durchtreten zu lassen.

Zwischen dem dritten und dem rudimentären Finger befindet sich wie beim Wiederkäuer ein Lig. interdigitale schief aufeinwärts.

Der M. pronator teres ist verhältnismässig sehr gut entwickelt.

IV. Die Arterien (siehe Figur 4[1]).

Aus der wie beim Einzeher sich verhaltenden Arteria brachialis geht die zur Vaskularisation der Vola manus dienende Ulnar- und Radialarterie hervor.

a) Die A. mediana scheidet hier im Gegensatz zu dem beim Einzeher die Regel bildenden Verhalten im unteren Dritteil des Unterarmes zunächst den Ramus volaris profundus (A. metacarpea volar. lateralis) ab und dann erst erfolgt die Spaltung in die A. metacarpea vol. med. und die als fortgesetzten Stamm der A. mediana anzusehende A. digitorum volaris communis.

1. Die A. metacarpea volaris lateralis zieht zunächst schief abwärts gegen den lateralen Rand des Carpus, begibt sich, nachdem sie durch einen Ramus ulnaris recurrens mit der A. collateralis ulnaris sich in Verbindung gesetzt hat, der medialen Fläche des Os accessorium angedrückt, nach abwärts und vereinigt sich unter der Handwurzel mit der A. metacarpea volar. medialis zum quer unter den Sehnen der gemeinsamen Fingerbeuger verlaufenden tiefen Hohlhandbogen (Arc. volaris profundus).

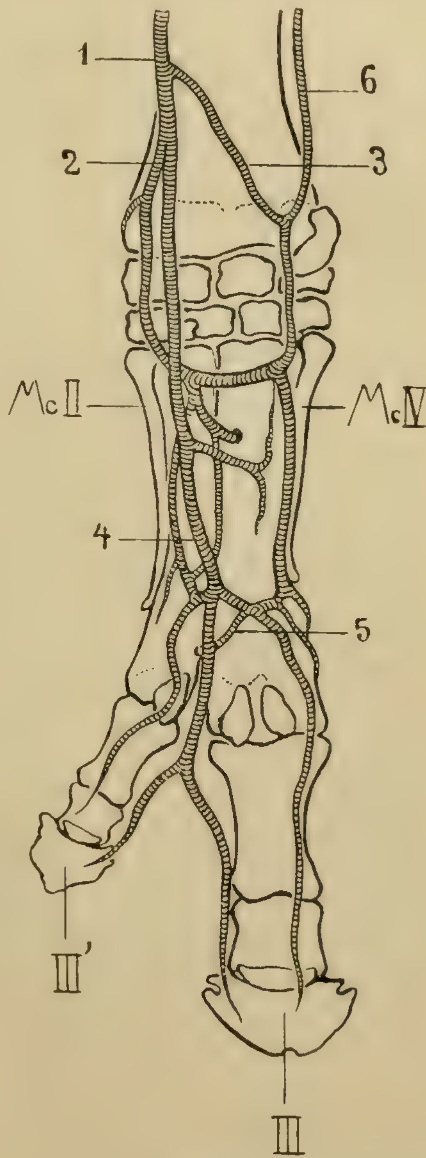


Fig. 4.
Arterien der rechten Hand, volare Seite.

1 A. mediana, 2 A. metacarpea volaris medialis, 3 A. metacarpea volaris lateralis, 4 A. digit. communis, 5 A. metacarpea perforans distalis, 6 A. collateralis ulnaris.

[1]) Im nachfolgenden ist die bisher übliche Nomenklatur der Gefässe zur Anwendung gekommen.

2. Die A. digitorum volaris communis, die den fortgesetzten Stamm der A. mediana bildet, zieht, unter der Sehne des M. flexor carpi radialis und dem Lig. volare carpi transversum durchgehend, in gerader Richtung nach abwärts unter Abgabe von Muskelästen an verschiedenen Stellen. Bei ihrem Verlauf im Bereich des Mittelfusses ist die Arterie stets dem medialen Rande der Sehne des M. flexor digitor. sublimis für den Dig. III angedrückt, demselben in der Mitte des Mittelfusses durch eine schwach S-förmige Krümmung folgend. Etwa 4 cm über dem ersten Fingergelenk findet nun die Teilung der Arterie statt. Zuerst geht aus dem Stamm in der Tiefe ein Zweig ab, der unter der Sehne des M. flexor digitor. prof. für den Nebenfinger durchtretend dessen medialem Rande folgt, eine S-förmige Biegung lateralwärts um den Sporn des überzähligen Fingers macht und nun an der medialen Volarfläche der Glieder des Nebenfingers wie üblich verläuft. Auf der lateralen Seite gegenüber dem eben beschriebenen Zweige geht ein zweiter Zweig hervor, welcher quer unter der tiefen Beugesehne des Dig. III durchzieht und die laterale Volarfläche des Dig. III versorgt (A. dig. III volaris lateralis). Der zwischen den beiden eben beschriebenen Zweigen austretende und im Spatium interdigitale in geradliniger Fortsetzung des bisherigen Verlaufs der A. digitor. volar. comm. verlaufende Zweig teilt sich, ähnlich wie beim Rinde, in der Mitte der Phalanx I in zwei Äste, von denen der eine an der lateralen Seite des überzähligen Fingers, der andere an der medialen Seite des Dig. III herabzieht.

b) Die A. metacarpea volaris medialis entspringt, wie oben schon näher beschrieben, aus der A. mediana, tritt sofort in die Tiefe, am medialen Rande des Antebrachium zum Carpus ziehend. Unterhalb dieses tritt sie, nachdem sie einen zur dorsalen Fläche des Carpus ziehenden Ast abgegeben hat, mit der A. metacarpea volar. lateral. zum tiefen Hohlhandbogen zusammen.

An der Mittelhand verlaufen entsprechend den drei Zwischenknochenräumen drei A. metacarpeae volares, von denen die beiden medialen, als Fortsetzung der A. metacarpea volar. medial. anzusehenden Arterien gemeinsam aus dem tiefen Hohlhandbogen entspringen, sich jedoch bald zweiteilen. Beide geben je einen Muskel- bezw. Sehnenast, die im mittleren Spatium interosseum verlaufende Arterie ausserdem noch einen verhältnismässig starken Ernährungsast ab, der nach kurzem Verlauf in ein Ernährungsloch des Mc. III eintritt. — Die A. metacarpea vol. III entspringt am lateralen Rande des Gefässbogens und zieht in der Furche zwischen Mc. III und IV verlaufend nach abwärts. Im unteren Drittel der Mittelhand treten die beiden medialen Aa. metacarpeae volares wieder zusammen und münden gemeinsam in die mediale Seitenarterie des Afterfingers zwischen den Schenkeln des M. interosseus III′ durchtretend. — Die A. metacarpea vol. III gibt über dem distalen Ende der Mittelhand zunächst einen quer auf die Dorsalfläche des Carpus sich umschlagenden Ast und hierauf einen nach unten und dorso-lateralwärts ziehenden Ast ab und mündet in die laterale Seitenarterie des Hauptfingers. Gegenüber der Eintrittsstelle der A. metacarpea vol. III in die laterale Seitenarterie des Dig. III tritt aus letzterer ein Gefäss hervor, das sich in die Tiefe senkt, durch die zwischen Mc. III und III′ bestehende Spalte auf die Dorsalfläche des Fusses (ähnlich wie die A. vol. perforans beim Rinde) tritt und sich mit den auf der Dorsalfläche des Fusses verlaufenden Arterien in Verbindung setzt. Diese A. metacarpea perforans distalis nimmt als Übertrittsstelle zur Dorsalfläche des Fusses den unteren Trennungspunkt der beiden Mc III und III′. Auf der Dorsalfläche angelangt, gibt die Arterie einen aufwärts steigenden Ast, der in der Furche zwischen Mc III und III′ verläuft und sich mit der A. metacarpea dors. II vereinigt, und weiterhin einen abwärts steigenden, an der lateralen Seite des überzähligen Fingers verlaufenden Ast ab. Diese letztere Ar-

terie, welche nur mit dem Afterfinger direkt in Verbindung tritt, gibt sowohl über dem ersten Fingergelenk mehrere quer verlaufende Äste ab, als auch tritt sie unterhalb des ersten Fingergelenkes mit der an der lateralen Seite des überzähligen Fingers befindlichen volaren besonderen Seitenarterie durch einen kurzen Ramus anastomoticus in Verbindung. Ausser der schon genannten A. metacarp. dors. II ist auch eine A. metacarpea dorsalis III′ und III vorhanden.

Das Rete carpi dorsale wird in der üblichen Weise gebildet. Aus ihm gehen die Aa. metacarpeae dorsales II, III′ und III hervor, welche zwischen den betreffenden Ossa metacarpea verlaufen. Im übrigen bieten die auf der Dorsalfläche der Hand befindlichen Gefässe nichts Besonderes.

Die Venen der Gliedmasse sind nicht injiziert und deshalb auch nicht besonders präpariert worden. Soweit sie bei der Präparation der Arterien verfolgt werden konnten, schlossen sie sich dem Verhalten der betreffenden Arterien an; besondere Abweichungen konnten nicht festgestellt werden.

V. Die Nerven (siehe Figur 5).

Der Nervus medianus nimmt seinen Ursprung und Verlauf wie üblich. Stark handbreit über dem Ellenbogengelenk teilt er sich in einen N. volaris medialis und in einen N. volaris lateralis.

a) Der N. volaris medialis steigt wie gewöhnlich, der A. metacarpea vol. medial. folgend, zur Mittelhand herab und zieht, gleich unterhalb des Carpalgelenkes einen über die Sehne des M. flexor dig. superfic. für Dig. III weggehenden Ramus communicans zum N. volaris lateralis sendend, an der medialen Seite der Mittelhand entlang. An der Grenze des proximalen und mittleren Drittels der Mittelhand spaltet er sich in einen medialen und einen lateralen Ast. Der eine von diesen verläuft

an der medialen Seite des unteren Mittelhanddrittels und teilt sich am ersten Fingergelenk wiederum in zwei Zweige, einen volaren und dorso-medialen Fingerzweig, welche an der medialen Seite des überzähligen Fingers bis zum letzten Fingerglied hinabziehen. Der andere Ast steigt gegen das Spatium zwischen Mc III und III' herab und teilt sich ebenfalls am ersten Fingergelenk in zwei Zweige, welche je an den einander zugekehrten Seiten der beiden Finger herabziehen.

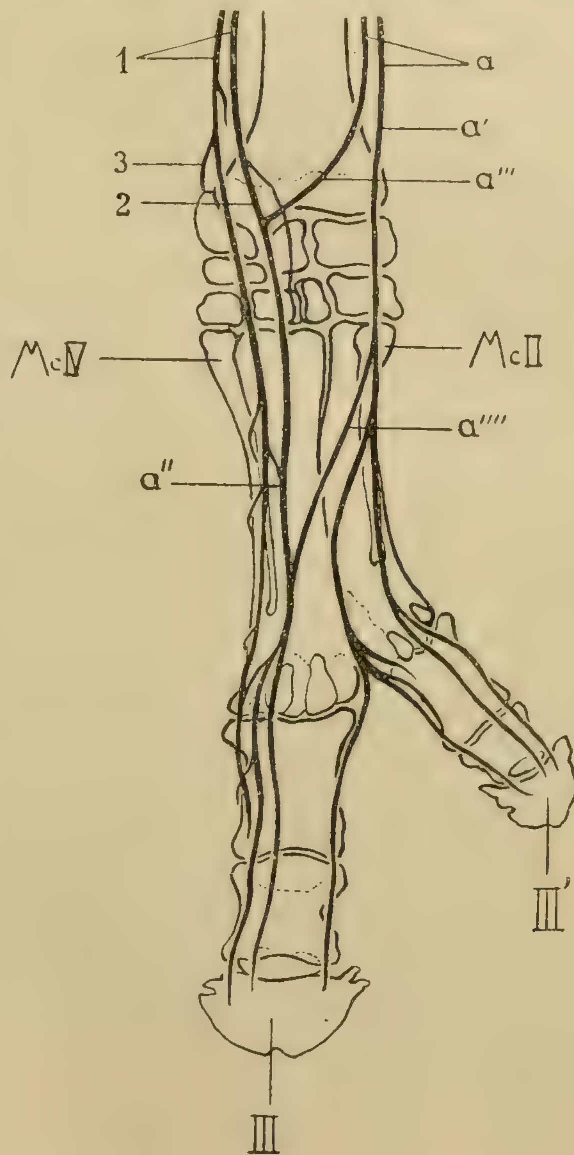


Fig. 5.
Nerven der linken Hand, volare Seite.
a N. medianus, a' N. volaris medialis, a'' N. volaris lateralis, a''' Ramus ulnaris, a'''' Ramus communicans, 1 N. ulnaris, 2 Ramus volaris, 3 Ramus dorsalis.

b) Der Ramus ulnaris nervi mediani zieht zunächst der lateralen Seite der A. mediana entlang, wendet sich jedoch bald lateralwärts, empfängt am distalen Ende des Unterarmes als Zuwachs den Ramus volaris nervi ulnaris, nachdem dieser kurz zuvor einen an der Beugefläche des Carpus verlaufenden Ast abgegeben hat, und zieht mit diesem vereint als N. volaris lateralis, dem lateralen Rande der Sehne des tiefen Zehenbeugers anliegend, nach abwärts. Handbreit über dem ersten Fingerglied nimmt er einen Zweig vom N. volaris medialis (Ramus

anastomoticus) auf und teilt sich über dem ersten Fingergelenk wieder in einen dorsalen, an der lateralen Seite des Dig. III, und einen volaren, an der Volarseite des Dig. III bis zum letzten Fingerglied verlaufenden Zweig.

Der N. ulnaris begleitet zweigespalten die A. collateralis ulnaris superficialis. Während nun der mediale Ast in der Vereinigung mit dem N. volaris lateral. nach Art des Ramus volaris manus vollständig aufgeht, zieht der laterale Ast, nachdem er handbreit über dem Carpus einen an der Dorsalfläche der Handwurzel und der Mittelhand sich verbreitenden dorsalen Ast nach Art des sonstigen Ramus dorsalis manus abgegeben hat, abwärts und verläuft an der lateralen Seite der Mittelhand, kleine Zweige an die dorsale Fläche derselben abgebend. Im Bereiche des ersten Fingergelenkes des Dig. III teilt er sich ebenfalls in einen dorsalen und volaren Zweig, welche beide in der Mitte des ersten Fingergliedes ihr Ende finden. Während seines Verlaufes an der Mittelhand und dem dritten Finger stellt der Ramus volaris nervi ulnaris mit dem ihm parallel laufenden N. volaris lateralis mehrere kurze Anastomosen her.

Die Versorgung der Dorsalfläche der Hand erfolgt durch den Ramus volaris nervi ulnaris in der üblichen Weise, und zwar erstrecken sich die Fasern dieser Nerven wie beim Einzeher bis zur und unter die Handwurzel.

B. Die Beckengliedmassen.

I. Das Äussere.

An den Beckengliedmassen, welche bis einschliesslich Fusswurzel normal gebildet erscheinen, fällt zunächst das Vorhandensein einer zweiten, rudimentären Zehe an der Medianseite des

Fusses in die Augen. Die dritte (Haupt-)Zehe ist wohl ausgebildet. Unmittelbar über ihrem ersten Phalangengelenk spaltet sich an der medianen Seite eine zweite Zehe ab; dieselbe ist bedeutend kleiner als die dritte Zehe und etwas nach rückwärts umgebogen. Die Palpation und Bewegung derselben lässt an ihr das Vorhandensein eines ersten und eines zweiten Zehengelenkes vermuten. Der Huf der Afterzehe, der einige Centimeter über dem Boden geschwebt hat, ist von dreiseitig prismatischer Form und misst von der Krone bis zur Basis 12 cm bei einem Durchmesser von 4 bis 5 cm. Eine Sohle mit ihren einzelnen Attributen, wie sie dem Huf des Einzehers zukommt und auch an der Hauptzehe vorhanden ist, existiert hier nicht, sondern das Prisma schliesst mit einer glatten, dreiseitigen Fläche ab. Andeutungen einer Strahlfurche sind insofern vorhanden, als die Plantarfläche des Hufes auf geringe Tiefe in der Mitte der Länge nach gespalten ist. Ein Strahl etc. ist jedoch nicht vorhanden. Eine Teilung des Metatarsalknochens lässt sich von den Zehen aufwärts eine kurze Strecke über dem Metatarsophalangealgelenke durch Abtasten schon nicht mehr feststellen. Die Gliedmassen besitzen je eine wohl ausgebildete Hornwarze (Kastanie), die Hauptzehe auch einen normal entwickelten Sporn, an den die Afterzehe angedrückt und der, da er ausserdem noch mit starken langen Haaren überwachsen ist, bei einer Untersuchung intra vitam wohl dem Untersuchenden entgehen konnte. An der Afterzehe kann ein Sporn nicht aufgefunden werden.

II. Das Skelet (s. Figur 6).

Was die über der Fusswurzel gelegenen Knochen anlangt, so lassen sich an denselben keinerlei Abnormitäten feststellen. Auch die einzelnen Knochen, welche die Fusswurzel zusammensetzen, weisen keine besonderen Verschiedenheiten auf mit Ausnahme des beim einzehigen Pferde als O. t. I + II zu deutenden

ersten Knochens der distalen Tarsalreihe. Während nämlich derselbe beim Einzeher die Form eines stumpfen, gekrümmten Schnabels hat, dessen Basis zwischen O. t. III und Mt. II und III gelegen ist und dessen disto-lateralwärts hakenartig abgebogene Spitze gegen O. t. IV gewendet ist, fehlt dem gegenwärtigen Präparate diese als das Homologon des O. t. I gedeutete Spitze, so dass der Knochen ein unregelmässiges Vieleck darstellt.

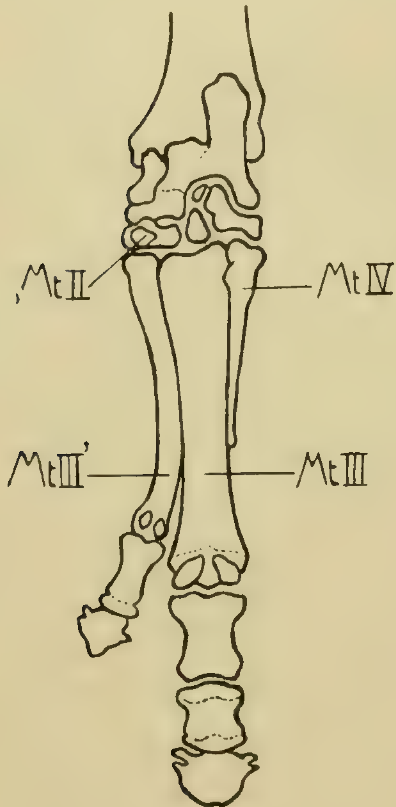


Fig. 6.
Rechter Fuss (Plantaransicht).

An seiner plantaren Fläche findet sich eine kleine halbmondförmige Gelenkfacette, welche mit dem entsprechenden Teil eines kleinen isolierten Knochens articuliert.

Derselbe ist dorso-plantar platt gedrückt, von abgestumpft viereckiger Form und an seiner lateralen Seite etwas zugespitzt. Ausser der mit dem O. t. II articulierenden Gelenkfläche trägt dieses der Einfachheit halber einmal sogenannte Mt. II noch eine weitere, sehr kleine Gelenkfläche, welche eine Articulation mit Mt. III′ herstellt.

Der Hauptmittelfussknochen, das Os metatarsale tertium, entspricht in Form und Grösse vollkommen dem des einzehigen Pferdes. Seine an der proximolateralen, zur Aufnahme der Art. dorsalis pedis dienende Gefässrinne ist sehr deutlich ausgeprägt. Die distale Gelenkfläche besitzt einen wohl ausgebildeten dorsoplantar laufenden Kamm. Im mittleren Drittel dringt an der Plantarfläche ein verhältnismässig grosses Ernährungsloch in den Knochen ein. Die hieran sich anreihenden Phalangen verhalten sich wie beim Einzeher.

Das Mt. III' ist vollständig isoliert und wohl ausgebildet. Es stellt einen gegen das Mt. III gekrümmten, etwa dreikantig prismatischen Knochenstab mit verdickten Epiphysen dar. Sein proximales Endstück gleicht der Basis des sonst vorhandenen Griffelbeins, nur ist es etwas kräftiger. Sein Mittelstück bietet eine breit-bandförmige Facies interossea dar, welche sich an das Mt. III anlehnt. Seine beiden freien Flächen sind oben durch eine deutliche Kante voneinander getrennt, in den unteren zwei Dritteln gehen sie vermittelst eines stumpfen Randes ineinander über. Sein distales Ende hat eine mit der Gelenkwalze des Mt. III übereinstimmende, jedoch entsprechend kleinere Gelenkfläche; der Kamm ist jedoch dorsalwärts nicht so deutlich ausgeprägt. Die Spannung des durch das Mt. III' gebildeten Bogens beträgt in ihrem der halben Höhe des Mittelfusses entsprechenden Maximum 3 cm.

Das Mt. IV gleicht in seiner Form und Grösse im wesentlichen demjenigen des einzehigen Pferdes.

Der an das Mt. III' des linken Fusses distal sich anreihende, ca. 7 cm lange Knochen gleicht in seiner oberen und mittleren Partie den entsprechenden Teilen eines Os phalangis primae. Das distale Ende desselben dagegen wird dargestellt durch einen Knochen, welcher knopfförmig dem Os phalangis I aufgesetzt und gegen dasselbe durch eine rings um das Os phal. I laufende, einschneidende Furche abgesetzt ist. An der Plantarfläche zeigt dieser knopfförmige Knochen eine Grube, welche zur Articulation mit dem folgenden Phalangenknochen dient. Die distale Fläche hat verschiedene Rauhigkeiten (Arrosionen) aufzuweisen. Dieser knopfförmige der Ph. I aufgesetzte Knochen stellt entweder die verkümmerte Ph. II, welche mit dem distalen Ende der Ph. I verschmolzen ist, oder wahrscheinlicher die distale Epiphyse der Ph. I dar.

Nun folgt am linken Fusse das Os phalang. III. Sein proximales Ende wird dargestellt durch ein rechteckiges Knochen-

stück, das eine mit der nachher beschriebenen Ph. II articulierende und eine plantare, mit dem unteren Sesambeine articulierende, kleine Gelenkfläche besitzt. Das distale Ende wird dargestellt von einem in der Form einem normalen Hufbein gleichenden, jedoch ziemlich porösen und verkümmert erscheinenden Knochen.

Dem hinteren unteren Ende des O. phal. I und dem hinteren oberen Ende des O. phal. III sitzt ein glatter, flacher, länglich eirunder Knochen auf, welcher als das verkümmerte untere Sesambein (Strahlbein) oder, was wahrscheinlicher ist, als die distale Epiphyse von Ph. II anzusehen ist, während das untere Sesambein in dem proximalen Ende des O. ph. III aufgegangen zu sein scheint. Dieser rudimentäre Knochen misst in proximo-distaler Richtung gemessen 1,5 cm, in medio-lateraler Richtung gemessen 2,2 cm.

Wenn schon an dem linken Fuss eine bedeutende Verkümmerung der Zehenglieder der überzähligen Zehe zu konstatieren ist, so ist dies noch mehr am rechten Fuss der Fall. Hier findet sich nämlich als knöcherne Grundlage der Nebenzehe nur noch ein Knochen, und zwar die Ph. I. Dieselbe ist proximal geformt wie sonst, endigt aber distal mit einem abgerundeten Knopf. Eine Ph. II und III, sowie ein unteres Sesambein ist nicht nachweisbar. Dagegen findet sich ein von der Ph. I abwärts entstehender, rings innerhalb der Hufkapsel verlaufender wie Knorpel aussehender Reif. Ausserdem finden sich plantar von diesem Reif einige wie Knorpel aussehende Kerne. Im übrigen ist die Verbindung zwischen Ph. I und Huf nur durch ein straffes, elastisches Bindegewebspolster hergestellt.

Die mikroskopische Untersuchung der knorpelähnlichen Substanz ergibt, dass die von dem grösseren, innerhalb der Hufkapsel kranzförmig verlaufenden Knorpel entnommene Substanz aus Faserknorpel besteht, während die von den kleineren, plantar von ersterem gelegenen Knorpeln entnommene Substanz

aus hyalinem Knorpel, dessen Grundsubstanz in fibrillärer Auflösung begriffen ist, besteht. Es muss deshalb der erstere Knorpel als ein dem gewöhnlichen Hufknorpel entsprechender Teil, der letztere aber wohl als die nur Knorpel gebliebene Anlage eines Knochens angesehen werden. Der letztgenannte Knorpel dürfte als die rudimentäre Anlage der nicht zur Ausbildung und Verknöcherung gelangten, fehlenden zwei letzten Phalangenknochen zu deuten sein.

Die Grössenverhältnisse der einzelnen Knochen sind aus nachstehenden Tabellen zu ersehen:

Tabelle 3.

	Mt. III'	Mt. III	Mt. IV
	cm	cm	cm
Länge	22	26	17,2
Breite am proximalen Ende . . .	3,2	6,6	3,1
Breite in der Mitte	2,0	4,2	—
Breite am distalen Ende	3,1	5,5	—

Tabelle 4.

	Ph. I		Ph. II		Ph. III	
	des 3.' Strahls	des 3. Strahls	des 3.' Strahls	des 3. Strahls	des 3.' Strahls	des 3. Strahls
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Länge	7,2[1])	8,2	—	4,5	3,6	5,5
Breite am proximalen Ende . .	4,0	6,4	—	6,0	2,2	—
Breite in der Mitte	2,0	4,1	—	5,0	3,1	7,5
Breite am distalen Ende . . .	2,7	4,9	—	5,0	—	—

1) Es ist hier Ph. I samt dem knopfförmigen Ende und dem diesem anliegenden rudimentären Knochen gemessen.

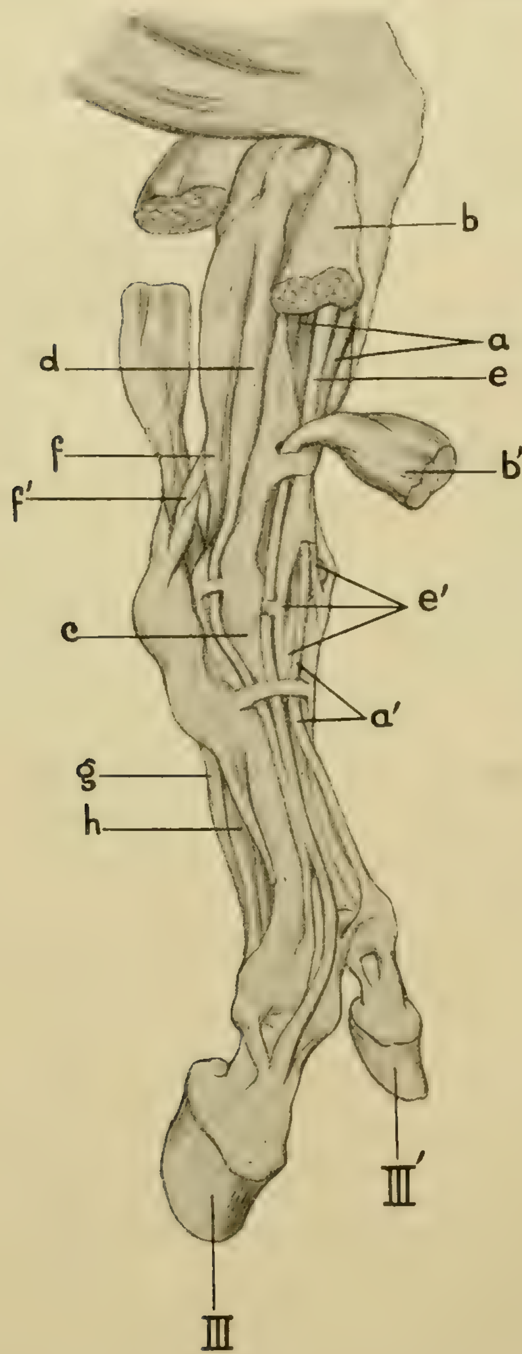


Fig. 7.
Muskeln des rechten Fusses, dorsolaterale Seite.

a M. tibialis anterior, a' dessen Sehne, b b' M. extensor digit. longus, c M. extensor digit. brevis, d M. extensor digit. V brevis, e M. peronaeus tertius, e' dessen Endschenkel, f. M. tibialis posterior et M. flexor hallucis longus, f' Sonderzacke derselben, g oberflächliche, h tiefe Beugesehne.

III. Die Muskeln.

a) Die dorso-laterale Muskulatur (s. Figur 7).

1. Der M. tibialis anterior gleicht im wesentlichen demjenigen des Einzehers. Am unteren Endstück des Unterschenkels isoliert sich aus dem Muskelkörper an Stelle des beim einzehigen Pferde lateralen Schenkels eine kräftige Sehne, welche in eine Sehnenscheide eingebettet zwischen den auseinanderweichenden Schenkeln des M. peronaeus tertius hindurch und den mittleren Schenkel jener verdeckend schief ab- einwärts erst den Fusswurzelrücken passiert und sich zur Basis der Nebenzehe begibt, um dortselbst in die Dorsalaponeurose auszustrahlen. Innerhalb dieser empfängt die Sehne von dem zugehörigen M. interosseus Verstärkungen. Der mediale Schenkel dieses Muskels fehlt gänzlich.

2. Der M. extensor digitorum (pedis) longus. Der an sich sehr kräftige Muskelbauch überdeckt zunächst den M. tibi-

alis anterior vollständig, zieht aber vom unteren Drittel des Schienbeines ab lateral neben dem M. tibialis anterior und dem M. peronaeus tertius unter dem oberen Querbande über den Fusswurzelrücken und durch die Bursa tarsi und das untere Querband zum Mittelfussrücken hin. Diesen überschreitet er, verstärkt durch die Sehne des M. extensor dig. V brevis, welcher sich übrigens streckenweise leicht von ihm abspalten lässt, bis zur Zehenbasis hin. Von hier ab strahlt er in der üblichen Weise in die Dorsalaponeurose der dritten Zehe aus.

3. Der M. extensor digitorum pedis brevis nimmt an der dorso-lateralen Fläche des Sprunggelenkes seinen Ursprung und zieht bedeckt von den Sehnen der Mm. extensores dig. V brevis und digitorum pedis longus zur Sehne des letzteren, um dieselbe zu verstärken.

4. M. extensor dig. V brevis. Der ungewöhnlich kräftige Muskel entspringt im Bereich der oberen zwei Drittel des Unterschenkels am Femoro- Fibularband und dem ganzen Wadenbein und geht in der üblichen Weise durch die seitliche Rinne der Fusswurzel zum Mittelfussrücken, woselbst sie sich bald in der oben unter 2 bezeichneten Weise mit der Sehne des M. extensor digitorum longus verbindet. In der Sehne selbst ist teilweise eine Zweiteilung angedeutet.

5. Der wie üblich gemeinsam mit dem M. extensor digitorum longus am Femur entspringende M. peronaeus tertius trennt sich vom mittleren Dritteil des Unterschenkels ab vom M. extensor digitorum longus, verwächst wie üblich mit dem M. tibialis anterior, um schliesslich in seiner Endsehne von diesem Muskel durchbohrt zu werden und in die üblichen drei Schenkel sich zu spalten.

b) Die plantare Muskulatur (s. Fig. 8).

1. Der die Achillessehne bildende M. gastrocnemius und M. soleus bietet keine Abweichungen vom gewöhnlichen Befund beim Einzeher.

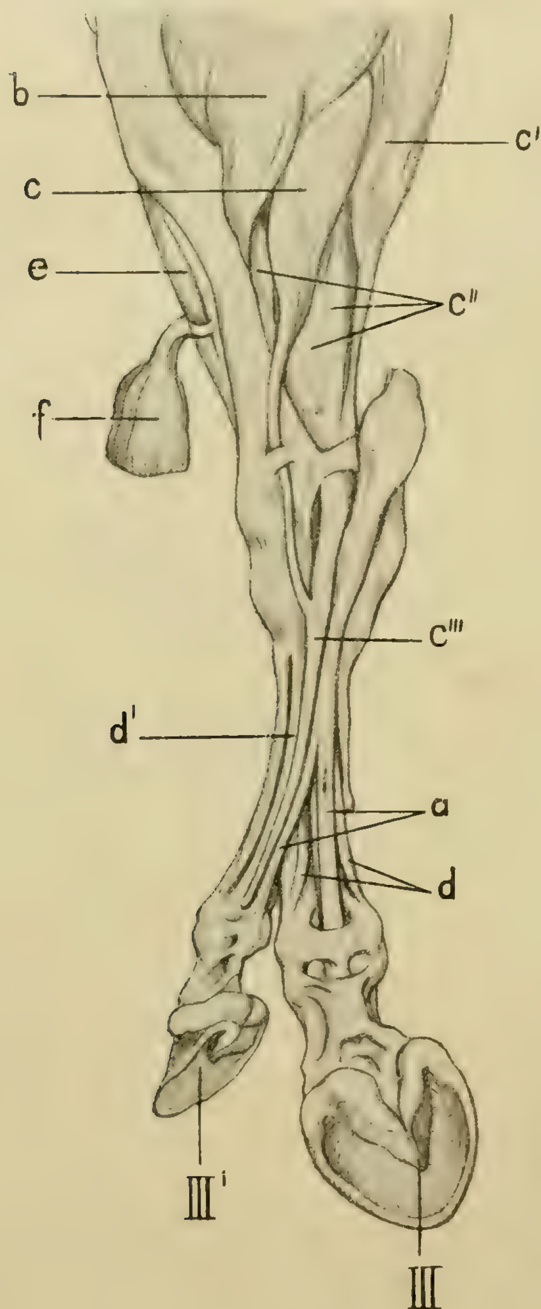


Fig. 8.
Muskeln des rechten Fusses, plantare Seite.

a Schenkel der oberflächlichen Beugesehne, b M. popliteus, c M. flexor digit. longus, c' M. tibialis posterior, c'' M. flexor hallucis longus, c''' tiefe Beugesehne, d d' Mm. interossei, e M. tibialis anterior, f M. extensor digit. long.

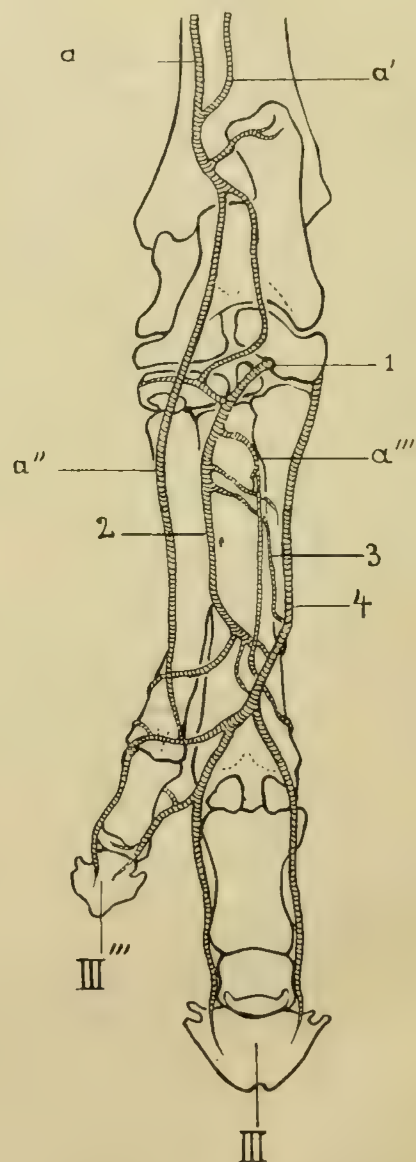


Fig. 9.
Die Arterien des rechten Fusses, plantare Seite.

a A. tibialis posterior, a' A. tibialis recurrens, a'' A. plantaris medialis, a''' A. plantaris lateralis, 1 A. tarsea perforans, 2 A. metatarsea plantaris medialis, 3 A. metatarsea plantaris lateralis, 4 A. metatarsea dorsalis lateralis.

2. M. flexor digitorum (pedis) superficialis.

α) Der M. plantaris zeigt keinerlei Abweichungen.

β) Ein besonderer M. flexor digitor. brevis ist nicht nachweisbar. Die Endsehne spaltet sich unter der Mitte des Mittelfusses genau wie an der Brustgliedmasse in einen schwächeren für die Nebenzehe und einen stärkeren für Dig. III bestimmten Endschenkel. Verhalten desselben wie sonst.

3. Der M. flexor digitor. (pedis) profundus.

α) Der aus-abwärts von dem M. popliteus entstehende Muskel zeigt die üblichen drei Köpfe; von dem Körper, welcher aus der Verschmelzung des M. tibialis posterior, des M. flexor hallucis longus und des M. flexor digitor. longus hervorgeht, spaltet sich in der unteren Hälfte des Unterschenkels in der Tiefe zwischen dem ebengenannten Muskelkörper und dem M. extensor dig. V brevis ein ungefähr spindelförmiger Muskelkörper ab, welcher übrigens ganz dem Zuge der gemeinschaftlichen Sehne des obengenannten Muskelkörpers gegen das Sustentaculum tali folgt und sich mit einer kurzen, kräftigen Sehne in die plantare Partie des Fusswurzel-Kapselbandes dort einsenkt, wo dasselbe unter Überschreitung des Sustentaculum tali zugleich auch die Sehnenscheide der tiefen Beugesehne mit bilden hilft. Übrigens verhält sich die tiefe Beugesehne genau wie an der Hand, ebenso die Zwischenknochenmuskeln, d. h. es findet sich ein sehr gut entwickelter M. interosseus III, ein verhältnismässig gut entwickelter M. interosseus III′ und ein als dünne Sehne erscheinender M. interosseus IV.

IV. Die Arterien (s. Fig. 9).

Die Arteria tibialis posterior verhält sich bezüglich ihres Ursprunges und Verlaufes wie beim Einzeher. Noch über dem Sprungbeinhöcker teilt sie sich in einen aufsteigenden Ast (A. tibialis recurrens) und einen absteigenden Ast. Letzterer gibt

kurz nach der Teilungsstelle einen kleinen, lateralen, am Fersenbein und der lateralen Gelenkfläche sich verzweigenden Ast ab und zieht nun unter Abgabe von Muskel- und Sehnenästen an verschiedenen Stellen nach abwärts. Am Sprunggelenk teilt er sich in die A. plantaris medialis und die A. plantaris lateralis.

Die mediale Plantararterie zieht dem medialen Rande der tiefen Beugesehne entlang nach abwärts und mündet im unteren Drittel des Mittelfusses in die zur medialen Fläche der überzähligen Zehe ziehende Seitenarterie des Fusses.

Die laterale Plantararterie zieht am medialen Rande des Fersenbeines nach abwärts und bildet mit der aus der Tiefe des Sprunggelenkes kommenden A. tarsea perforans den Sohlenbogen, worauf sie am lateralen Rande der oberflächlichen Beugesehne nach abwärts zieht und im unteren Drittel des Mittelfusses in die A. metatarsea dorsalis lat. einmündet.

Die A. tarsea perforans tritt durch den Canalis tarsi durch und bildet unter Abgabe eines zur medialen und dorsalen Fläche des Sprunggelenkes ziehenden Zweiges mit den beiden Plantararterien den Arcus plantaris. Aus diesem gehen hervor:

Die Aa. metatarseae plantares II und III, welche gemeinsam im oberen Drittel des Mittelfusses aus dem Sohlenbogen entspringen. Von dem gemeinsamen Stamme wird zunächst eine kleine Arterie abgegeben, welche mit der A. plantaris lateralis in Verbindung tritt und hierauf sich nach abwärts wendend an der Plantarfläche des Mt. III verläuft. Gleich nach Entsendung des eben beschriebenen Ästchens tritt die Spaltung in eine A. metatarsea plantaris II und in eine A. metatarsea plant. III ein. Erstere läuft zwischen Mt. III und III′ und die letztere zwischen Mt. III und IV nach abwärts. Die A. metatarsea plantaris II mündet unter Gabelung in zwei Äste in den durch die A. metatarsea dorsalis III und die Plantararterien gebildeten Zusammenfluss, nachdem sie zuvor einen quer über den Metatarsus zur medialen und dorsalen Fläche desselben ziehenden

Ast abgegeben hat, während die A. metatarsea plantaris III schon vorher, und zwar über dem distalen Ende des Os metatarsale IV unter diesem durchtretend in die A. metatarsea dorsalis III sich ergiesst.

Die A. tibialis anterior teilt sich wie beim einzehigen Pferde in der Beuge des Sprunggelenkes in die A. metatarsea dorsalis II und die A. metatarsea dorsalis III. Erstere verläuft in dem Spatium interosseum zwischen Mt. III und III' und verbindet sich am ersten Zehengelenk mit der aus der Tiefe kommenden A. interdigitalis perforans.

Die A. metatarsea dorsalis III läuft wie beim Einzeher zunächst an der dorsalen und lateralen Fläche des Sprunggelenkes und des Mt. III nach abwärts und tritt am distalen Ende des Mt. IV, unter diesem sich durchzwängend, zur Plantarfläche, worauf sie sich, nachdem sie einen Zweig zur lateralen und dorsalen Fläche des Mt. III im unteren Drittel dieses abgesandt hat, — ähnlich wie dies an der Brustgliedmasse der Fall ist — in die Seitenarterien des Fusses auflöst, und zwar gibt sie zunächst an die laterale Seite des Dig. ped. III eine Seitenarterie ab, und hierauf einen Ast, der im Spatium interdigitale auf eine kurze Strecke verlaufend sich teilt, um die einander zugekehrten Seiten der beiden Zehen je mit einem Zweig zu versorgen. Aus letzterem entspringt eine zur Dorsalfläche der ersten Phalange der Afterzehe übertretende A. interdigitalis perforans. Endlich geht aus der A. dorsalis pedis III eine Arterie hervor, welche, nachdem sie über dem ersten Zehengelenk einen kleinen Zweig zur dorsalen Fläche des Mt. III' abgegeben hat, an der medialen Seite der überzähligen Zehe nach abwärts zieht.

Die oben kurz erwähnte A. interdigitalis perforans tritt zwischen den beiden Zehen auf die Dorsalfläche des Fusses durch und teilt sich in einen nach abwärts zur lateralen und dorsalen Fläche der Nebenzehe ziehenden Zweig und einen aufwärts gehenden, im Spatium interdigitale bezw. intermeta-

tarseum verlaufenden und mit der A. metatarsea dorsalis II sich verbindenden Zweig.

V. Die Nerven.

Der Nervus tibialis teilt sich wie üblich über dem Sprunggelenk in den N. plantaris medialis und den N. plantaris lateralis.

a) Der N. plantaris medialis verläuft an der medialen Seite der tiefen Beugesehne. Nachdem er in der Mitte des Mittelfusses einen schief abwärts steigenden mit dem N. plantaris lateralis Fasern austauschenden, im übrigen aber von letzterem leicht trennbaren Ast (Ramus communicans) abgegeben hat, teilt er sich in derselben Weise wie der entsprechende, oben näher beschriebene Nerv der Hand.

b) Der N. plantaris lateralis läuft an der medialen Seite des Sprunggelenkes zunächst parallel mit dem N. plantaris medialis nach abwärts. Über der Articulation des Tarsus mit dem Metatarsus tritt der Nerv unter der oberflächlichen Beugesehne durch, indem er zugleich einen Zweig in die Tiefe zur Innervation der plantaren Fussmuskulatur sendet. Nun verläuft der Nerv an der lateralen Seite der oberflächlichen Beugesehne und endigt erst im Hufbein. In Höhe der Mitte der Ph. I gibt er zwei zur Dorsalfläche der ersten Phalanx der dritten Zehe gehende Fasern ab.

Der N. saphenus nimmt seinen Verlauf an der medialen Fläche des Mittelfusses dorsal von dem N. plantaris medialis und der Vena saphena, letzterer anliegend. Er endigt an der medialen Fläche des ersten Zehengelenkes des Dig. II.

Der N. cutaneus surae medialis verläuft wie üblich. Er zieht zwischen Mt. III und IV nach abwärts bis zur lateralen Fläche des ersten Zehengelenkes des Dig. III.

Der N. peronaeus zeigt keine Besonderheiten.

Zweiter Fall.

Das betreffende Präparat stellt die rechte Vordergliedmasse eines kleinen Pferdes dar, das als Anatomiepferd der K. Tierärztlichen Hochschule in Stuttgart gedient hat.

I. Das Äussere.

Die Haut trägt eine Hornwarze (Sporn) und eine besonders lange Kastanie. Die Gliedmasse endigt in zwei Fingern, von denen der Hornschuh entfert ist. Es lassen sich zwei wohl entwickelte Weichhufe feststellen, von denen der laterale etwas grösser ist. Die durch die Zweifingrigkeit bedingte Teilung lässt sich nur bis an das distale Ende der Mittelhand verfolgen. Der mediale Finger erscheint dem lateralen gegenüber etwas verkürzt, hat aber noch den Boden erreicht. Die Trennung beider Finger voneinander ist äusserlich nirgends vollständig; denn sie sind durchweg durch straffes, elastisches Bindegewebe miteinander im Zusammenhang und die einander zugekehrten Seitenflächen der Weichhufe gehen ineinander über, ebenso wie die einander zugekehrten Strahlschenkel. Zwischen der letzten Phalanx der beiden Finger sitzt ein aus den einander zugekehrten Strahlschenkeln hervorgegangener bindegewebig-elastischer Wulst. Im übrigen besitzen die beiden Fingerendglieder alle Attribute, welche einem normalen Hufe zukommen.

II. Das Skelet (siehe Figur 10).

Scapula, Humerus und die Knochen des Antibrachium bieten nichts besonderes. Am Carpus sind vorhanden O. c. radiale, intermedium, ulnare und accessorium. Die distale Reihe weist vier Knochen auf und zwar einen kleinen, ovalen, platt

gedrückten Knochen, dessen grösster Durchmesser 2,1 cm, dessen Höhendurchmesser 1,5 cm und dessen Dickendurchmesser 0,75 cm beträgt. Der Knochen liegt flach dem folgenden Carpalknochen (O. c. II) auf, welcher in seiner Form vollständig dem beim ersten Präparat näher beschriebenen O. c. II gleicht; nur dass die hohlhandwärts liegende und ulnarwärts abgebogene Spitze noch weiter ausgezogen ist. O. c. III und IV unterscheiden sich nicht von den entsprechenden Knochen des Einhufers. Die distale Gelenkfläche des Carpus lässt vier Gelenkabschnitte erkennen: einen für das stark reduzierte Mc. II, einen für Mc. III′, einen für Mc. III und einen für Mc IV.

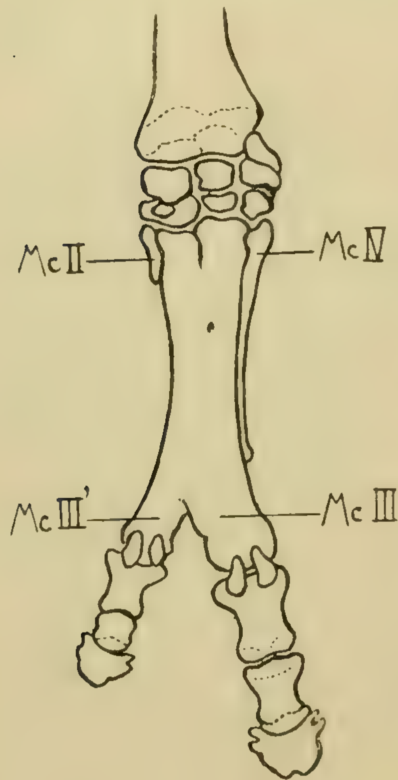


Fig. 10.
Rechte Hand (Volaransicht).

Mc. II ist auffallend kurz und schmächtig, nur 3,8 cm lang, besitzt einen Maximaldurchmesser von 1,5 cm und articuliert mit Mc. III′ in der üblichen Weise. Mc. III′ ist nur in seiner distalen Endpartie von Mc. III vollständig getrennt. Proximal ist an der dorsalen Fläche zwischen beiden Knochen ein auf eine Strecke von 1,7 cm tief einschneidender Spalt zu erkennen; dieser setzt sich distalwärts als seichte Furche fort, die sich unterhalb der Mitte des Knochens ganz verflacht, so dass die Trennung der beiden Knochen weiterhin nicht mehr zu erkennen ist. Hohlhandwärts ist am proximalen Ende ein tiefgehender Spalt auf eine Strecke von ca. 4,5 cm vorhanden, der sich sofort verflacht, so dass die Trennung nicht mehr sichtbar ist. Etwas über der Mitte beider Knochen ist ein gemeinsames Ernährungsloch vorhanden. Mc. III′ erscheint an seinem proximalen Ende um seine eigene Achse leicht ulnarwärts gedreht.

Distal, und zwar 4,5 cm über dem distalen Ende des Mc. III, wendet sich Mc. III' von letzterem in einem Winkel von ca. 75° medianwärts ab, so dass ein Zwischenknochenspalt von 3 cm Breite in Maximo entsteht. Mc. III ist der stärkste Knochen der Mittelhand und gleicht an Stärke und Länge dem eines einzehigen Pferdes von gleicher Grösse. Sein distales Ende ist lateralwärts etwas ausgebogen, wie das des Mc. III' medianwärts ausgebogen ist, um Raum für die beiden Finger zu gewinnen.

Mc. IV ist ebenfalls vorhanden, nach Form und Grösse von dem eines Einzehers nicht zu unterscheiden.

Die beiden Finger besitzen sämtliche Attribute von Fingern, und zwar Ph. I, II und III mit den entprechenden Weichteilen und Sesamknochen. Die letzte Phalanx des Dig. III ist medianwärts eingezogen.

III. Die Muskeln.

Der M. extensor carpi radialis weist keine Verschiedenheiten von dem des Einzehers auf, ebensowenig der M. abductor pollicis longus. Der M. extensor digitor. communis verhält sich im grossen und ganzen wie bei dem als ersten Fall beschriebenen Präparat. Lateral gibt er die Sehne für Dig. IV (et V) ab. Eine Spaltnng in zwei Sehnen findet jedoch hier erst 7 cm über dem ersten Fingergelenk statt, wo eine Sehne für den Nebenfinger abzweigt. Diese, sowie die für Dig. III, verläuft wie üblich.

Der M. extensor dig. V propr., der M. extensor carpi ulnaris, der M. flexor carpi ulnaris und der M. flexor carpi radialis bieten keine Besonderheiten.

Der M. flexor digitor. superficialis verhält sich wie beim Einzeher. In der Mitte der Mittelhand spaltet er sich und gibt eine flache Sehne für den überzähligen Finger ab, während die

stärkere, laterale Sehne zum Dig. III zieht. Im übrigen ist das Verhalten dieser wie beim Einzeher.

Der M. flexor digitor. profundus verhält sich wie beim Einzeher mit Ausnahme der durch die Mehrfingrigkeit bedingten Gabelung, welche im Anfang des unteren Drittels der Mittelhand eintritt.

Mm. interossei. Es finden sich zwei sehr gut entwickelte Mm. interossei III und III'. Der sehr kräftige, breite M. interosseus III teilt sich — ebenso wie der M. interosseus III' — über dem ersten Fingergelenk in zwei Schenkel, welche entlang der Volarfläche der Mittelhand ziehen und an den zugehörigen Sesambeinen endigen. Medial von dem M. interosseus III' und lateral von dem M. interosseus III lassen sich Muskelfasern nachweisen, die wohl als Andeutung des M. interosseus II bezw. IV aufzufassen sind.

IV. Die Arterien.

Die A. mediana bezw. ihre Endausläufer nehmen ihren Verlauf bis gegen die Mitte der Mittelhand wie oben beim ersten Präparat beschrieben. Im vorliegenden Falle gibt die A. digitor. volar. comm. jedoch schon über der Mitte der Mittelhand medianwärts die A. dig. III' volar. medial. ab. Dieser mediale, bedeutend schwächere Ast tritt über die oberflächliche Beugesehne und zieht an der medialen Seite der oberflächlichen Beugesehne für den Nebenfinger entlang zur Volarfläche des genannten Fingers. Der laterale Ast teilt sich erst 5 cm über dem ersten Fingergelenk, und zwar in einen unter der tiefen Beugesehne durchgehenden und im Spatium interdigitale verlaufenden Ast (A. digitor. volar. comm. III) und einen lateralen, an der lateralen Volarfläche des Dig. III verlaufenden Ast (A. dig. III vol. later.). Ersterer teilt sich in Höhe der Mitte der Ph. I in zwei Zweige, welche je an die einander zugekehrten Seiten der

beiden Finger treten. Vorher jedoch gibt er unterhalb des ersten Fingergelenks einen auf die dorsale Fläche durchtretenden Zweig (A. metacarpea perforans) ab. — Die Anordnung der Aa. metacarpeae ist dieselbe, wie die beim ersten Präparat. Es ist ein tiefer Gefässbogen vorhanden, an dessen Bildung die A. metacarpea medialis und lateralis beteiligt ist. Es sind drei Aa. metacarpeae vorhanden, welche nach Bildung des oberflächlichen Gefässbogens teils mit dem mittleren Ast der Volararterien teils mit dem lateralen Ast Verbindungen eingehen.

V. Die Nerven.

verhalten sich im grossen und ganzen so wie die beim ersten Fall. Nur findet die Teilung des N. volaris medialis erst in der Mitte der Ph. I statt und der am ersten Präparat ganz lateral verlaufende Ast des N. ulnaris ist nicht vorhanden.

Dritter Fall.

Das nachstehend näher beschriebene Präparat ist die von Tierarzt D. in R. an das anatomische Institut der K. Tierärztlichen Hochschule in Stuttgart eingesandte rechte Vordergliedmasse eines Fohlens.

I. Das Äussere.

Die Haut ist bis gegen die Fesselgelenke zu abgenommen, so dass nicht festgestellt werden kann, ob eine Kastanie vorhanden war oder nicht. Sporen lassen sich keine nachweisen.

Die Gliedmasse besitzt zwei Finger, und zwar ist der median gelegene Finger am stärksten ausgebildet und zweifellos als Dig. III anzusehen. Vom ersten Fingergelenk ab ist er hohl-

hand- und lateralwärts umgebogen, so dass das Tier offenbar sich nicht auf der Sohle des Hufes, sondern auf der Haut der Hufkrone stützte. Von diesem Finger lateral liegt ein zweiter Finger, dessen zugehöriger Mittelhandknochen und damit auch der Finger eine Drehung um seine Längsachse zunächst volar- und medialwärts, und dessen Phalangen eine Abbiegung dorsal- und medianwärts um ihre Querachse erfahren haben, so dass der überzählige Finger eine zur Achse der Gliedmasse nahezu quer verlaufende Richtung besitzt, über dem dritten Finger liegt und die Endglieder der beiden Finger sich kreuzen. Im übrigen erscheinen die einzelnen Fingerglieder samt Hufen verhältnismässig gut entwickelt.

II. Das Skelet (siehe Figur 11 u. 12).

Auffallend ist, dass die Ulna, die 4 cm über der Handwurzel endigt, als vollständig isolierter, an dem vorhandenen distalen Ende noch federkielstarker Knochen erscheint. Im übrigen zeigt das Antebrachium keine Besonderheiten, ebensowenig die proximale Karpalreihe. In der distalen Karpalreihe ist ein kugeliges O. c. I etwa von der doppelten Grösse einer Erbse vorhanden. Hierauf folgt O. c. II, das keine Besonderheiten aufweist; O. c. III und IV sind an ihrer dorsalen Fläche bis zur halben Tiefe verwachsen, während sie von der Volarfläche aus betrachtet durch einen Spalt getrennt sind.

Die Mittelhand setzt sich aus vier Knochen zusammen. Mc. II ist sehr rudimentär; es ist von ihm eigentlich nur die an der Gelenkbildung beteiligte Basis vorhanden. Mc. III, der stärkste Mittelhandknochen, ist annähernd in normaler Stärke ausgebildet. Der dem Mc. III anliegende Mittelhandknochen, den wir hier zunächst einmal mit Mc. III″ bezeichnen wollen, ist im ganzen kräftig entwickelt, jedoch an seinem proximalen Ende zugespitzt; nur mit dieser Spitze, welche am dorsalen

Rande des Carpo- Metacarpalgelenkes gelegen ist, beteiligt er sich an der Bildung dieses Gelenkes, während er hohlhandwärts auf eine Strecke von 2,5 cm von Mc. IV vollständig bedeckt bezw. verdrängt ist. Mc. III″ ist in seiner ganzen Ausdehnung

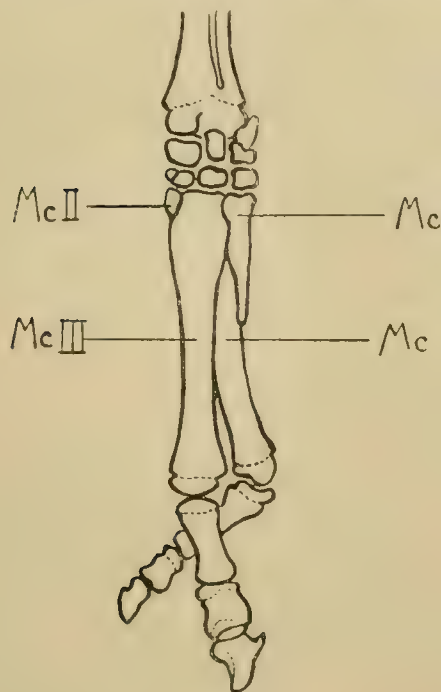


Fig. 11.
Rechte Hand (Volaransicht).

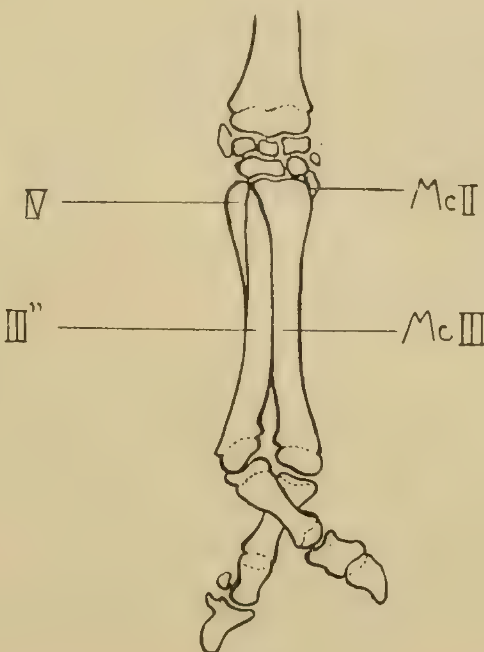


Fig. 12.
Rechte Hand (Dorsalansicht)

von Mc. III getrennt. Mc. IV gleicht dem des Einzehers, nur ist es etwas kürzer.

Über die Grössenverhältnisse der einzelnen Mittelhandknochen gibt nachstehende Tabelle Aufschluss:

Tabelle 5.

	Mc. II	Mc. III	Mc. III″	Mc. IV
	cm	cm	cm	cm
Länge	1,5	20,5	17,6	7,0
Breite am proximalen Ende . . .	1,0	5,1	0,4	2,2
Breite in der Mitte	—	2,2	2,2	—
Breite am distalen Ende	—	4,7	3,6	—

Die oberen Sesambeine fehlen vollständig, während die unteren vorhanden sind. Phalanx I und II ist an beiden Fingern entwickelt, jedoch etwas kümmerlicher als beim Einzeher, und die Konturen erscheinen zur Längsachse etwas schief, wie verschoben. Ph. III des Hauptfingers ist an ihrem medialen Rande, Ph. III des überzähligen Fingers an ihrem lateralen Rande konkav, so dass dieselben die Form der letzten Phalangen eines Wiederkäuers zeigen. Bemerkt sei noch, dass Phalanx I und II des Hauptfingers an ihrem dorsalen Rande miteinander verwachsen sind, während hohlhandwärts die Scheidegrenze gut sichtbar ist.

II. Die Muskeln bezw. Sehnen.

Die Teilung der Sehne des M. flexor dig. superficialis und profundus findet im unteren Drittel der Mittelhand statt. Die Sehnen bieten aber weiterhin im Vergleich zu den Verhältnissen am ersten Präparat keine Besonderheiten.

Die Sehne des M. extensor digit. communis spaltet zunächst im oberen Drittel der Mittelhand einen Strang ab für Mc. III und dessen zugehörigen Finger. Der ganze übrige Teil der Sehne verläuft an der Dorsalfläche des Mc. III'', wobei sich eine Zweiteilung der Sehne leicht bewerkstelligen lässt. Die beiden Schenkel enden in breiter Ausstrahlung am überzähligen Finger.

Von den Mm. interossei sind vorhanden III, III'' und IV, und zwar verhältnismässig gut entwickelt. Andeutungen des M. interosseus II sind in geringem Umfang nachweisbar.

IV. Die Arterien.

Die A. mediana scheidet sich nur in zwei grössere Äste, nicht wie am erst beschriebenen Präparat in drei bezw. vier. Die Teilung erfolgt in der Mitte der Mittelhand. Die beiden Äste verlaufen an der medialen Seite des Dig. III bezw. an der

medialen (d. h. infolge der Drehung — dorso-medialen) Seite des Dig. III" unter Abgabe nur ganz unbedeutender Haut- und Sehnenäste. 3,5 cm über dem ersten Fingergelenk gibt der mediale Ast eine kleine Arterie in die Tiefe ab, welche zwischen den Oo. metacarpea durchtritt und sich mit der A. metacarpea dorsalis III verbindet. Gleichzeitig mit dieser A. perforans tritt ein kleines Ästchen, welches an der lateralen Seite des Dig. III verläuft, und an derselben Stelle, jedoch an der medialen Seite, ein weiteres Ästchen aus, welches sich auf die dorsale Seite des Mc. III schlägt.

Die A. metacarpea volaris medialis bildet, ähnlich wie am erstbeschriebenen Präparat mit der A. metacarpea volaris lateralis einen proximalen Gefässbogen. Aus diesem gehen drei je in dem betreffenden Zwischenknochenraum verlaufende Aa. metacarpeae volares hervor, die am unteren Ende der Mittelhand zu einem distalen Gefässbogen zusammentreten und ähnlich wie beim ersten Präparate, in die beiden Äste der A. digitor. volar. comm. münden.

V. Die Nerven.

Der N. medianus und der N. volaris medialis bieten nichts Besonderes. Letzterer gibt, wie üblich, seinen Verbindungsast zum N. volaris lateralis ab. Hierauf teilt er sich in einen medial und einen lateral verlaufenden Ast. Ersterer zeigt nichts Besonderes. Letzterer gibt einen regulär verlaufenden Zweig ab, sowie einen lateralen, welcher sich gleich nach seiner Abgangsstelle an der volaren bezw. lateralen Seite des Dig. III in scharfem Bogen umwendet, nach aufwärts läuft und sich nun an die mediale bezw. volare Seite des überzähligen Fingers schlägt. — Der Verlauf des N. volaris lateralis ist wie beim ersten Präparat.

Vierter Fall.

Rechter Vorderfuss eines Fohlens, eingesandt vom Tierarzt N. in B.

Hierzu bemerkt der Einsender, dass die Mutter des Fohlens einige Tage, nachdem sie vom Hengst gedeckt war, auf der Chaussee einer Bande mit einem Dromedar und Affen begegnet sei. Die Stute sei vor dem Dromedar gewaltig erschrocken und ganz rasend gewesen. Der Fuss des Füllens ähnle ganz dem eines Dromedars; die Enstehung desselben sei auf „Versehen der Mutter“ zurückzuführen. Endlich gibt N. noch an, dass das Fohlen nicht auf die Klauensohle, sondern auf die Haut der Kronbeine getreten sei.

I. **Das Äussere und das Skelet** (siehe Figur 13).

Die Gliedmasse ist unterhalb der zweiten Carpalreihe im Gelenk abgesetzt, so dass nur die Mittelhand mit zwei Fingern vorhanden ist. Die Gliedmasse gleicht an ihrem distalen Ende vollständig einem Rinderfusse: es sind zwei nahezu symmetrische, annähernd gleich stark entwickelte Finger mit wohlausgebildeten klauenartigen Zehenendgliedern vorhanden. Letztere gleichen ihrer Form nach denen des Rindes. Beide Klauen sind gleich gross und ihre zugehörigen Phalangen lassen sich bis zum distalen Ende des Metacarpus verfolgen.

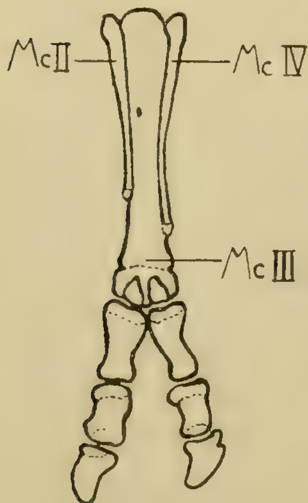


Fig. 13.
Rechte Hand (Volaransicht).

Mc. III, dem, wie beim Einzeher, an jeder Seite ein normal entwickeltes Griffelbein (Mc. II und IV) anliegt, wird von einem stark ausgebildeten Knochen dargestellt, dessen distale Gelenkfläche in der Mitte einen hohen, dorsovolar verlaufenden Kamm

und seitlich von diesem vertiefte Gruben besitzt. Letzteren ist je ein Finger eingefügt. Die beiden Finger haben einen gemeinsamen Sporn.

Es sind insgesamt zwei obere Sesambeine vorhanden. Jeder Finger besitzt je drei Phalangen und je ein unteres Sesambein. Ph. I und II sind normal entwickelt, während die III. Phalangen an den einander zugekehrten Rändern konkav sind, so dass sie die Form von Wiederkäuer-Endphalangen besitzen. Sämtliche Phalangenknochen des medialen Fingers sind etwas kräftiger als die des lateralen.

II. Die Muskeln bezw. Sehnen.

Die oberflächliche Beugesehne verläuft, wie üblich, an der Volarfläche des Mittelfusses. Über dem ersten Fingergliede verbreitert sie sich bedeutend, um in der Mitte der Ph. I sich wieder etwas einzuziehen und nun am zweiten Fingergelenk in zwei breite, die Volarfläche der beiden Strahlen einnehmende Schenkel auseinander zu treten.

Die tiefe Beugesehne verläuft ungeteilt an der Volarfläche der Mittelhand, des ersten und zweiten Fingergliedes bis gegen das letzte Fingergelenk, wo sie sich in zwei divergierende Schenkel spaltet.

Die Mm. interossei II und IV sind spurweise vorhanden. M. interosseus III ist sehr gut ausgebildet und verläuft als breiter, dicker Strang an der Volarfläche des Mc. III. Am Übergang vom zweiten zum dritten Drittel der Mittelhand spaltet er sich in zwei divergierende, symmetrische Schenkel, welche je an den voneinander abgekehrten Seiten der Sesambeine enden.

Auf der Dorsalfläche des Mc. III verlaufen die Sehnen des M. extensor digitor. comm. und des M. extensor dig. V propr. Ersterer teilt sich am ersten Fingergelenk, nachdem er sich

zuvor mit der Sehne des M. extensor dig. V propr. vereinigt hat, in zwei symmetrische Schenkel, welche, wie üblich, in die Dorsalaponeurose ausstrahlen.

III. Die Arterien.

Die A. digitor. vol. comm. verläuft am medialen Rande der oberflächlichen Beugesehne und gibt ca. 6 cm über dem ersten Fingergelenk einen lateralen Ast ab, welcher, geradeso wie der Stamm der Arterie an dem medialen, an dem lateralen Finger verläuft. Etwas unter der Mitte der ersten Phalangen gibt jeder Ast an der einander zugekehrten Seite der Finger je einen Zweig ab. Diese beiden Zweige fliessen im Spatium interdigitale zusammen in einen Bogen, aus welchem dann in symmetrischer Weise zwei Zweige hervorgehen, die an den einander zugekehrten Seiten der Finger nach abwärts verlaufen, auf die dorsale Fläche durchbrechen und dort Ph. II und III versorgen. Aus dem Bogen tritt jedoch auch ein dorsaler Ast, der nach aufwärts sich begibt, um an der dorsalen Fläche des ersten Fingergelenkes sich zu verbreiten.

Es sind zwei Aa. metacarpeae volares vorhanden, welche in dem betr. Spatium metacarpeum verlaufen. Über dem ersten Fingergelenk treten sie in einem Bogen zusammen, welcher in den lateralen Ast der A. digitor. vol. comm. sich ergiesst. Medial und lateral tritt aus dem Gefässbogen je eine kleine Arterie aus, welche sich an der volaren bezw. medialen und lateralen Fläche des ersten Fingergelenkes verzweigt.

Es sind auch zwei sehr feine Aa. metacarpeae dorsales vorhanden, welche sich gegen das erste Fingergelenk erstrecken.

IV. Die Nerven.

Der N. volaris medialis verläuft an der medialen Seite der oberflächlichen Beugesehne und teilt sich 3 cm über dem ersten

Fingergelenk in zwei parallel nebeneinander an der Volarfläche des medialen Fingers verlaufende Äste. In genau derselben Weise nimmt der N. volaris lateralis an der lateralen Seite der tiefen Beugesehne und der Volarfläche des lateralen Fingers seinen Verlauf unter Teilung in zwei Äste über dem ersten Fingergelenk. 6 cm unter dem proximalen Rande des Metacarpus entsendet der N. volaris medialis einen Ramus anastomoticus, welcher schief abwärts über die oberflächliche Beugesehne zum N. volaris lateralis zieht.

Beurteilung.

Vorkommnisse, Erscheinungen, wie die eben beschriebenen, sind in der Literatur nicht gerade selten verzeichnet, dieselben können aber nur dann auf wissenschaftlichen Wert Anspruch machen, wenn sie daraufhin untersucht werden, ob sie dem Atavismus zuzurechnen oder als blosse pathologische Missbildungen zu betrachten sind.

Pfitzner (65) betont mit Recht, dass die ausserordentlichen Fortschritte, welche der Ausbau der Entwickelungsgeschichte und der vergleichenden Anatomie in der Erkenntnis und dem Verständnis teratologischer Erscheinungen herbeigeführt hat, dazu verleitet haben, allzuviele Fälle auf diesem Wege (nämlich als atavistische Phänomene) erklären zu wollen. So rechnet Siebold (84) und mit ihm noch verschiedene andere das Auftreten von polydactylen Formen beim Pferde ohne weiteres zum Atavismus.

Gegenbaur (31) war der erste, welcher gegen diese Auffassung Front machte, und Boas (13), welcher die beschriebenen Fälle von Polydactylie beim Pferde einer strengen, sachlichen

Kritik unterwarf, schied die Mehrzahl derselben als Missbildungen aus und forderte zur Vorsicht bei der Beurteilung von Erscheinungen der Pleiodactylie auf. Einen radikalen Standpunkt vertritt Ries (72), welcher alle Fälle von Diplodactylie beim Pferde als Missbildungen, vergleichbar der Hexadactylie der Menschen, bezeichnet und nur der Tridactylie (also der reinen Hipparion-Form) in Wirklichkeit den Wert eines paläontologischen Atavismus beimessen will.

Für die Entscheidung der Frage, ob im einzelnen Falle Atavismus oder Missbildung vorliegt, wird es von Wichtigkeit sein festzustellen, unter welchen Voraussetzungen wir einen Fall der einen oder anderen Kategorie zuzuweisen haben.

Zweifellos dürfen wir die Fälle als atavistische Erscheinungen betrachten, bei denen das Skeletsystem einer Urform unseres Pferdegeschlechtes entspricht. Wenn wir also einem Pferde begegnen, welches an den beiden randständigen Mittelfussknochen (den sog. Griffelbeinen) Phalangen trägt, so werden wir berechtigt sein, von einem Rückschlag auf das Hipparion zu sprechen. Aber wir können schliesslich nicht verlangen, dass dieser Rückschlag jedesmal gewissermassen in idealer Weise auftritt und uns eine reine Hipparion-Form darbietet. Die Natur lässt sich nicht in starre Formen zwingen, und so kann es vorkommen, dass nur ein Nebenfinger entwickelt ist, und wir den Fall doch als Rückschlag betrachten dürfen; dann aber muss der überzählige Strahl genau die Stelle einnehmen, wo einst die Vorfahren der Equiden einen Finger oder eine Zehe mehr als die jetzt lebenden Repräsentanten besessen haben, und auch das übrige Skeletsystem muss mit der betreffenden Pferdeurform in Übereinstimmung zu bringen sein. Weiterhin dürfen wir voraussetzen, dass die Muskeln, welche zu den für den Afterfinger bestimmten Sehnen gehören, eine gewisse Selbständigkeit besitzen, und ebenso auch die betreffenden Gefässe und Nerven. Fälle, bei welchen diese Voraussetzungen nicht zutreffen, sind

als Missbildungen zu betrachten; zum mindesten dürfen wir Zweifel in das Vorliegen eines Rückschlages setzen.

Von diesen Gesichtspunkten geleitet, wollen wir an eine kritische Untersuchung der vorstehend beschriebenen vier Fälle herantreten.

Wenn wir zunächst den ersten Fall betrachten, so tritt bei dem Umstand, dass die Diplodactylie an allen vier Gliedmassen und zwar in schöner, man möchte sagen, regelmässiger Weise ausgebildet ist, so dass wir einen richtigen „Equus octo pedibus“ richtiger: octo digitis oder radiis, also achtstrahlig) vor uns haben, der Gedanke, es liege hier Atavismus vor, in bestechender Weise an uns heran. Bei näherer Untersuchung der Vordergliedmassen fällt uns zunächst das Vorhandensein von je vier Mc., von denen zwei Finger tragen, auf. Ausgehend davon, dass dasjenige Mc., welches am stärksten entwickelt und an der Bildung der Articulatio carpo-metacarpea am meisten beteiligt ist, als Mc. III zu betrachten ist, wäre also Mc. I (rudimentär), Mc. II (den Nebenfinger tragend), Mc. III (den Hauptfinger tragend), und Mc. IV. (rudimentär) vorhanden. Die paläontologischen Funde lehren aber, dass Mc. I zuerst, dann Mc. V geschwunden ist, unter allmächliher Rückbildung von Mc. IV und Mc. II; so ist z. B. bei Anchitherium aurelianense (Steinmann-Döderlein [85]) noch ein kleines Rudiment von Mc. V, von Mc. I aber keine Spur mehr vorhanden. Man muss deshalb, will man bei der Deutung solcher Erscheinungen nicht ganz willkürlich verfahren, erwarten, dass beim Auftreten eines Rückschlags die zuletzt geschwundenen Teile am ehesten wieder zum Vorschein kommen. Diese Ansicht spricht auch Rosenberg (74) aus, indem er folgendes ausführt:

„Was die Verhältnisse des Metacarpus betrifft, so muss von vorneherein zugestanden werden, dass für Mc. I, da dasselbe schon beim Tapir vollständig fehlt, die Chancen, es auszufinden (nämlich am Pferdefötus) die geringsten seien. Dasselbe hat

(an drei Pferdeembryonen) nicht nachgewiesen werden können, und es ist auch nicht wahrscheinlich, dass es bei fortgesetzter Durchmusterung anderer Stadien (von Embryonen) zu entdecken sein wird.“

Es müsste also hier Mc. V eher als Mc. I in die Erscheinung treten.

Dies sind doch recht schwerwiegende Bedenken gegen die oben bedingungsweise angeführte Auffassung, und nur ein ganz skrupelloser Beurteiler könnte den an den Brustgliedmassen vorhandenen medialen Mittelhandknochen als Mc. I ansehen, womit dann aber auf eine vor dem Hipparion gelegene Urform des Pferdes zurückgegriffen würde. Denn erst der Miohippus und das Anchitherium zeigen vier Mc., und zwar Mc. II (fingertragend) Mc. III (den Hauptfinger tragend), Mc. IV (fingertragend) und Mc. V (rudimentär). In der ganzen Reihe der Pferdeahnen lässt sich aber keine Pferdeform aufweisen, die Mc. I, II, III und IV zeigt. Es lassen sich also die vorliegenden Skeletteile nicht mit denen einer Urform des Pferdes in Übereinstimmung bringen und das medial gelegene rudimentäre Mc. kann demnach kein Mc. I und der kräftige, den Nebenfinger tragende Mittelhandknochen kein Mc. II sein. Letzterer stellt vielmehr einen eingeschobenen, überzähligen Mittelhandknochen, Mc. III′, dar. Das wirkliche Mc. II ist in ganz normaler Entwickelung und Lage vorhanden, während das überzählige Mc. zwischen diesem und Mc. III seinen Platz gefunden hat.

Auch die in der distalen Carpalreihe der Handwurzel auftretende Vierzahl von Knochen ist auf das Vorhandensein eines zwischen O. c. II und III eingeschobenen, überzähligen Knochens zurückzuführen. Für diese Auffassung spricht die Ähnlichkeit des O. c. II mit dem gleichnamigen Knochen des Einzehers; ferner die Tatsache, dass O. c. III kleiner ist als beim einzehigen Pferde und endlich der Umstand, dass das überzählige O. c. III′ ausschliesslich Stützknochen für Mc. III′ ist.

Das Verhalten der Muskeln, Sehnen, Arterien und Nerven lässt im Vergleich zum Einzeher gewisse Verschiedenheiten erkennen, die sich jedoch zwanglos durch das Vorhandensein eines zweiten Fingers, der eben auch mit Sehnen, Gefässen und Nerven versehen sein muss, erklären lassen. Eine Selbständigkeit erlangen die genannten Organe nicht; so finden wir z. B. keine besonderen Muskelbäuche für die Beugesehnen des überzähligen Fingers, sondern die Gabelung der Sehnen erfolgt erst in der Mitte der Mittelhand. Dem Verhalten der Extensoren eine besondere Bedeutung zuzumessen, ist untunlich; denn sie sind im allgemeinen nicht so scharf individualisiert als die Flexoren und variieren auch häufiger (Ballowitz (4), Martin (56) Pfitzner (64)). Auch die Dorsalnerven gehen nur zum bezw. nur eine ganz kurze Strecke über den Carpus, geradeso wie beim Einzeher. Die Nerven sind also der weiter fortgeschrittenen Entwickelung der Finger nicht gefolgt, was zweifellos der Fall gewesen wäre, wenn Atavismus vorliegen würde. Denn schon bei dem zweizehigen Rind steigen die Nerven weiter nach abwärts.

In dieser Hinsicht weist Gegenbaur (32) darauf hin, dass wir das plötzliche Auftauchen eines Teiles jenes alten Formzustandes uns nicht vorzustellen vermögen, ohne dass dabei, dem Gesetz der Korrelation gemäss, auch die anderen Teile der Gliedmassen beeinflusst würden und in der einen oder anderen Weise atavistisch affiziert erschienen.

Auch der Umstand, dass sowohl am Haupt- als am Nebenfinger eine Hornwarze (Sporn) vorhanden ist, könnte man als Beweis gegen das Vorliegen eines Atavismus anführen. Denn wenn letzteres zutreffen würde, so müsste — sollte man annehmen dürfen — der Sporn, welcher ja als rudimentäres Überbleibsel der verschmolzenen Hornschuhe für den 2. und 3. Finger (Zehe) allgemein angesehen wird, entweder ganz fehlen oder wenigstens viel kleiner als beim Einzeher sein, nachdem sich ein atavisti-

scher Finger mit einem wirklichen Huf gebildet hat. Auf keinen Fall dürfte aber der atavistische Nebenfinger selbst einen Sporn tragen.

Es muss jedoch hier einmal ausgesprochen werden, dass ich Beweise für die Richtigkeit der Annahme, dass Kastanie und Sporn rudimentäre Überbleibsel von Hufen des ersten bezw. zweiten und vierten Strahles seien, in der Literatur nirgends habe finden können. Arloing (3) hat meines Wissens zuerst diese Behauptung aufgestellt. Diese seine Auffassung begründet er bezüglich der Kastanie damit, dass er sagt, die Kastanie sei ein räumlich versetztes Organ, die für sie bestimmten Gefässe und Nerven haben eine rückläufige Anordnuug und zeigen eine Verteilung, welche der beim Daumen des Menschen vollständig analog sei. Für seine Auffassung bezüglich des Sporns bringt er weiter keine Beweise bei.

Franck (27) und Siebold (84) haben diese Ansicht Arloings zu der ihrigen gemacht und von ihnen wurde sie weiter übernommen, so dass sie heutzutage fast allgemein gültig ist. Wenn ich auch die Möglichkeit der Richtigkeit dieser Annahme nicht bestreiten kann und will, so muss ich doch betonen, dass der Beweis, die erwähnten Gebilde seien atavistische Überbleibsel von Hufen, nicht erbracht ist.

Als einzigen, wirklich plausiblen Anhaltspunkt für die fragliche Deutung der Kastanie als Rudiment der 1. Zehe könnte man die Verhältnisse am Hinterfuss des Esels nehmen. Wenn man nämlich davon ausgeht, dass der Hinterfuss in der Rückbildung seiner Strahlen schnellere Fortschritte gemacht hat als der Vorderfuss — und darauf weisen allerdings die Erfahrungen der Paläontologie der Equiden und die Tatsache des gänzlichen Mangels der 1. Zehe bei vielen Hunden hin, die am Vorderfuss noch mit einem sehr rudimentären Daumen ausgestattet sind, — so kann man den Wegfall der Kastanie am Hinterfuss des Esels gegenüber dem Vorhandensein desselben am Vorderfuss allerdings

als einen Beweis für die Stellung derselben als eines Überbleibsels der 1. Zehe ansprechen.

Der Einwand, dass unser Fall deshalb dem Atavismus zuzurechnen sei, weil die Pleiodactylie an allen vier Gliedmassen sich zeige, ist nicht zutreffend. Denn Gruber (zit. nach Ballowitz (4)) hat einen Fall von Doppeldaumen an beiden Händen einer alten Frau beschrieben, der sicher eine Missbildung war. Denn links bestand ein Mc. für beide Daumen, rechts eine vollständige Verdoppelung des betreffenden Mc. Ebenso beschreibt Taylor (88) ein Fohlen, bei dem Pleiodactylie allerdings nur an den beiden Vorderextremitäten vorhanden war; aber an der einen Gliedmasse erstreckte sich die Spaltung aufwärts bis zur Metacarpalreihe der Handwurzel, an der anderen nur bis zur Mitte der ersten Phalanx.

Ganz anders wäre es und würde der Deutung besondere Schwierigkeiten entgegenstellen, wenn an Stelle eines Griffelbeines ein besser ausgebildeter, mit einem Finger versehener Mittelhandknochen sich vorfinden würde und wenn etwa eine Verdoppelung der Muskelbäuche der Flexoren oder eine Gabelung der Sehnen vor dem proximalen Anfange des Metacarpus sich finden würde; dies ist aber durchaus nicht der Fall.

Wenn wir die vorstehenden Ausführungen überblicken, so kann keinerlei Zweifel darüber bestehen, dass der vorliegende Fall nicht als Atavismus gedeutet werden kann.

Ich möchte hier betonen, dass ich mich mit dieser Erklärung des Falles in vollständiger Übereinstimmung mit der Auffassung des Vorstandes des anatomischen Instituts der K. Tierärztlichen Hochschule in Stuttgart, Herrn Direktor Dr. Sussdorf, befinde.

Wenn schon die Beurteilung der Vordergliedmassen manche Schwierigkeiten bot, so ist dies bei den Hinterextremitäten noch mehr der Fall. Denn hier scheinen auf den ersten Anblick nur je drei Metatarsalia vorhanden zu sein, und der die zweite Zehe

tragende Mittelfussknochen ist von Mt. III in seiner ganzen Ausdehnung getrennt. Wenn man jedoch überlegt, dass die Diplodactylie der Vordergliedmassen ausser allem Zweifel ein pathologisches Produkt und nicht eine Erscheinung von Rückschlag ist, so ist wohl der gleiche Schluss auf die Entstehungsart bei den Beckengliedmassen berechtigt. Denn der Gedanke, dass an einem und demselben Pferde Pleiodactylie an den Vorderextremitäten als Missbildung und an den Hintergliedmassen als atavistische Erscheinung auftritt, ist zu abenteuerlich, als dass er in ernstliche Erwägung gezogen werden könnte. Und in der Tat lassen sich die Skeletteile des Fusses in dem Sinne einer Missbildung wie an der Hand erklären. Der die Nebenzehe tragende Mittelfussknochen ist als ein überzähliges Mt. III und der an der Plantarfläche des O. t. II sitzende kleine Knochen als das infolge der Einschiebung des starken Mt. III′ noch mehr reduzierte Mt. II anzusehen. Man könnte schliesslich auf den Gedanken kommen, dass dieser Knochen O. t. I darstellen könnte — allein dies ist seiner Form und Lage nach wenig wahrscheinlich —, oder ein Sesambein, wie solche bei Hund und Rind an der Plantarfläche der Fusswurzel beobachtet werden; aber beim Pferd ist meines Wissens noch nie ein derartiges Sesambein gefunden worden. Es ist also weitaus am wahrscheinlichsten, dass der Knochen als das infolge der Ausdehnung des Mt. III′ stark verkümmerte Mt. II zu betrachten ist. Dass derartige Reduktionen, Verkrüppelungen einzelner Skeletteile bei Missbildungen häufig sind, ist ja eine bekannte Tatsache.

Auch den Umstand, dass die Hauptzehe einen normalen Sporn trägt, könnte man — die Richtigkeit der Arloingschen Behauptung über die Herkunft dieser Gebilde vorausgesetzt — für die teratologische Auffassung ins Feld führen. Denn beim Vorhandensein einer zweiten Zehe atavistischer Herkunft mit Ausbildung eines wirklichen Hufes müsste der Sporn fehlen oder wenigstens bedeutend verkleinert sein. Dies ist aber nicht der Fall.

Es liegt also hier kein Atavismus vor, sondern die vorhandene Nebenzehe ist das Ergebnis irgend welcher störender Einflüsse während des Embryonallebens.

Dieser Deutung steht das Verhalten der Muskeln, Sehnen, Gefässe und Nerven durchaus nicht im Wege; im Gegenteil wird durch ihr Verhalten diese Auffassung bekräftigt. Denn diese zeigen hier ebenso wie an der Brustgliedmasse wohl geringe Abweichungen von den beim Einzeher bestehenden Verhältnissen; jedoch lassen sich diese Abweichungen zwanglos durch die bestehende Zweizehigkeit erklären; eine besondere Selbständigkeit haben weder die betreffenden Muskeln noch die Sehnen, Gefässe oder Nerven erlangt. Sie verhalten sich im grossen ganzen genau so wie an der Hand.

Auch sollte man erwarten, dass, wenn ein atavistischer Strahl wieder in die Erscheinung tritt, derselbe doch ziemlich rudimentär sich zeigt, dass das einen kleinen Finger bezw. Zehe tragende Griffelbein das unserer jetzigen Equiden an Grösse nur um ein Weniges überragt, nicht aber, dass es in der Grösse und Vollkommenheit auftritt, wie dies für den vorliegenden Fall zutrifft.

Noch mehr aber ist diese Erscheinung beim zweiten Präparat auffallend; denn hier steht der überzählige Finger gegen über dem Hauptfinger an Grösse nur wenig zurück.

Abweichungen von den Verhältnissen beim Einzeher finden sich an diesem Präparat erst distal von der Handwurzel. Zwar ist der seiner Lage nach als O. c. I anzusprechende Knochen grösser als beim Einhufer und zeigt sich mehr als ein plattgedrückter Knochen, während er beim einzehigen Pferde Erbsengrösse und -form besitzt, wenn man aber bedenkt, dass O. c. I in beinahe der Hälfte der Fälle (Martin [57], Sussdorf [87]) beim einzehigen Pferde angetroffen wird, so kann dessen Vorhandensein hier nicht besonders befremden. — Die übrigen Knochen der Carpalreihe entsprechen vollkommen denen des Einhufers.

Die knöcherne Grundlage der Mittelhand wird, wie beim ersten Präparat, durch vier Knochen dargestellt, von denen die beiden mittleren in ihrer grösseren Ausdehnung miteinander verschmolzen sind, und die analog denen des ersten Präparats als Mc. II (rudimentär), III′ (den überzähligen Finger tragend), III (den Hauptfinger tragend und IV (rudimentär) zu benennen sind. Es unterscheidet sich demnach dieses Präparat vom ersten Fall nur dadurch, dass hier die durch die Pleiodactylie hervorgerufenen Eigentümlichkeiten erst distal von der Handwurzel auftreten, dass die Trennung zwischen Mc. III und III′ nicht so deutlich markiert und dass Mc. II — wie bei Arloings (3) erstem Fall — wohl infolge der bedeutenden Ausdehnung und Drehung von Mc. III′ weit rudimentärer ist.

Der Hauptfinger ist mit einem normal entwickelten Sporn versehen. Die Muskeln, Sehnen, Gefässe und Nerven verhalten sich im wesentlichen wie die am ersten Präparat; die Abspaltung der für den überzähligen Finger bestimmten Sehnen findet eher noch mehr distal statt.

Danach ist auch hier die Pleiodactylie aus den beim ersten Präparat angeführten Gründen als eine Missbildung anzusehen.

Das dritte Präparat fällt dadurch auf, dass der überzählige Finger nicht an der medialen, sondern an der lateralen Seite des Dig. III sitzt. Die Handwurzel stimmt mit der des zweiten Falles vollständig überein, nur dass hier zwischen O. c. III und IV eine teilweise Verwachsung eingetreten ist.

Der mediale fingertragende Mittelhandknochen ist zweifellos Mc. III. Sein medialer Nachbar ist ein sehr kleines Knochenrudiment, Mc. II. Lateral von ihm ist ein sehr kräftiger zehentragender und weiter lateral von diesem ein rudimentärer Mittelhandknochen vorhanden. Wir hätten also Mc. II (sehr rudimentär), Mc. III (den Hauptfinger tragend), Mc. IV (den überzähligen Finger tragend) und Mc. V (rudimentär) vor uns.

Dieser Fall liesse sich mit dem Skeletsystem einer Pferdeurform, und zwar mit dem, wie wir es im Miohippus und Anchitherium antreffen, in Übereinstimmung bringen und könnte demnach als atavistische Erscheinung betrachtet werden. Gegen diese Annahme sprechen jedoch verschiedene gewichtige Gründe. Einmal würde damit der Rückschlag verschiedene Zwischenstufen überspringen, nämlich über Pliohippus, Protohippus und Hipparion zum Miohippus und Anchitherium. Ferner ist dort, wo vier Metacarpalia auftreten, Mc. II gut entwickelt, Mc. V sehr rudimentär. Hier wäre es gerade umgekehrt: Mc. II ist äusserst rudimentär, ein sehr kleines Knöchelchen, während Mc. V verhältnismässig sehr gut entwickelt wäre. Man sollte aber beim Vorliegen eines Rückschlags erwarten, dass Mc. V eben nur als ganz rudimentärer Knochen erscheint.

Endlich sei noch der Vollständigkeit halber angeführt, dass man eher ein Wiederauftreten des zweiten als des vierten Fingers erwarten sollte. Denn nach Hensel (38), Rütimeyer (77) u. a. bleibt der zweite Finger länger erhalten als der vierte und Rosenberg (74) konnte an Pferdeembryonen nachweisen, dass Mc. II fast ganz zur Gelenkrolle des Mc. III herabreicht. Auch die verhältnismässig sehr starke Entwickelung des angeblichen Mc. IV — Mc. IV ist annähernd ebenso stark als Mc. III — spricht gegen Atavismus; ebenso das Verhalten der Flexoren-Sehnen, deren Gabelung erst im unteren Dritteil der Mittelhand stattfindet. Auch vermag der Verlauf der Gefässe und Nerven für eine atavistische Auffassung keine Stützpunkte zu liefern.

Der Umstand, dass das distale Ende der Ulna — wie bei Arloings (3) erstem Fall — als isoliertes Knochenstäbchen noch vorhanden ist, darf nicht zu hoch bewertet werden; denn diese Erscheinung wird auch beim Einhufer, wenn auch selten, beobachtet (Sussdorf [87]).

Es dürfte sich also auch hier, wie bei den beiden oben beschriebenen Fällen, um eine Missbildung handeln. Danach

sind die Mittelhandknochen als Mc. II, III, III″ und IV zu bezeichnen. Mc. II ist infolge des durch Einschiebung von Mc. III″ entstandenen Raummangels in seiner Entwickelung zurückgeblieben, wie dies ja auch am zweiten Präparat, allerdings nicht im gleich hohen Masse, der Fall ist.

Was den vierten Fall anlangt, so ist ohne weiteres klar, dass es sich hier nicht um eine atavistische Bildung handeln kann. Denn die Skeletteile der Mittelhand weisen im Vergleich zum Einzeher keine Verschiedenheiten auf. Erst distal von der Mittelhand zeigt sich eine zweifellos auf Missbildung zurückzuführende Zweiteilung, durch die zwei Finger mit je drei Phalangen entstanden sind.

Aus obigen Ausführungen dürfte hervorgehen, dass es sich bei den von mir beschriebenen Präparaten um rein pathologische Erscheinungen handelt. Auch die zahlreichen in der Literatur erwähnten Fälle von Pleiodactylie beim Pferde sind nur zum geringsten Teil dem Atavismus zuzurechnen.

Diese Fälle im einzelnen bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu atavistischen oder teratologischen Bildungen zu prüfen, dürfte nicht uninteressant sein. Bei dieser Untersuchung haben jedoch von vornherein die von Plot (67), Froriep (28), Lavocat (51 und 52) und Gurlt (36) beobachteten Fälle auszuscheiden, da sie zu ungenügend beschrieben sind, um ihre Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Kategorie bestimmen zu können. Letzteres trifft auch für die Fälle zu, bei denen keine anatomische, sondern nur eine äusserliche Untersuchung stattgefunden hat (Briot [17], Rudofsky [76], Schmalz [80] Siebold [84]), und ebenso für die Fälle, welche nicht von dem Gesichtspunkte des Anatomen, sondern dem des Chirurgen aus beschrieben worden sind, und bei denen die überzählige Zehe amputiert worden ist (Dalau [20], Ising [41], Monrot [60], Mouchot [61], de Nies [63], Ries [72], Salles [78]).

Bei der Beurteilung der noch übrig bleibenden Fälle habe

ich die von mir oben aufgestellten allgemeinen Gesichtspunkte zugrunde gelegt. Danach sind ohne weiteres als nicht atavistisch die Fälle zu bezeichnen, bei denen sich die Doppelbildung nur auf die Phalangen erstreckt (Arloingscher 2. Fall [3], Lavocat [52], Prentiss [68] u. a.). Hierher dürfte auch der von Fantin (25) beschriebene Fall zu rechnen sein; hier articuliert Ph. I der beiden je an der medialen Fläche sitzenden überzähligen Finger mit einer Gelenkfläche des distalen Endes des Mc. III, und ebenso der Fall von Taylor (88), wo an dem einen Vorderfuss des betreffenden Fohlens die Anomalie bis zum Carpus sich verfolgen lässt, während am anderen die Zweifingrigkeit erst von der Mitte der Ph. I ihren Ursprung nimmt. Diese Fälle sind mehr oder weniger dem von mir beschriebenen vierten Präparat vergleichbar.

Der von Boas (13) beschriebene erste Fall, die Beschreibungen von Marsh (55) und Zimmermann (102) sind mit meinem ersten Fall, Arloings (3) erster Fall, Boas' (13) zweiter Fall und Wehenkels (95) zweiter Fall mit meinem zweiten Fall nahezu vollständig übereinstimmend und aus den bei der Beurteilung meines ersten und zweiten Falles niedergelegten Gründen nicht als atavistische Bildungen aufzufassen, ebenso wenig der von Ghisleni (34) beschriebene Fall.

Boas (13) betrachtet den von Wood-Mason (99) beobachteten Fall als Rückschlag. Es ist mir leider nicht gelungen, die Originalabhandlung zu erhalten, und aus der kurzen Notiz bei Boas (13) ist es nicht möglich bezüglich des Vorliegens oder Nichtvorliegens von Atavismus einen Schluss zu ziehen.

Das Pützsche (69) Präparat ist wohl als atavistische Bildung aufzufassen; denn es finden sich neben acht Knochen in der Handwurzel noch fünf Metacarpalknochen, und zwar Mc. I rudimentär, Mc. II rudimentär und fingertragend, Mc. III normal und fingertragend, Mc. IV rudimentär und Mc. V rudimentär. Das Vorhandensein von diesen fünf Metacarpalknochen lässt

sich weder durch Sprossbildung noch Spaltung noch Verdoppelung erklären. Dieser Auffassung ist auch Prentiss (68). Auch bei dem von Gaudry (29) nach Goubaux abgebildeten Fohlenfuss (Mc. II stärker entwickelt und fingertragend), sowie bei dem Ercolanischen (23) Fall handelt es sich höchst wahrscheinlich um eine atavistische Bildung.

Sicher atavistisch ist Wehenkels (95) erster Fall. Denn das dort beschriebene Fohlen zeigt an allen vier Gliedmassen die Hipparion-Form d. h. die beiden Griffelbeine sind gut entwickelt und tragen Finger bezw. Zehen, wobei allerdings Mc. III und Mt. III teils ganz fehlt teils bedeutend rückgebildet ist.

Aus dieser Betrachtung geht unzweifelhaft hervor, dass das Auftreten eines wirklichen Rückschlages zu den allergrössten Seltenheiten gehört und dass die Erscheinung der Pleiodactylie bezüglich der Entscheidung, ob Atavismus oder Missbildung vorliegt, mit äusserster Vorsicht zu beurteilen ist.

Was uns aber hier noch besonders interessiert, ist die Frage, welchen Ursachen die Entstehung derartiger polydactyler Missbildungen zuzuschreiben ist. Wir betreten damit allerdings ein Gebiet, wo uns fassbare Begriffe fehlen und wo wir aus dem Theoretisieren nicht herauskommen. Allein darüber dürfte kein Zweifel bestehen, dass die Missbildungen als Folgen pathologischer Processe, die sich in frühester Embryonalzeit abgespielt haben, anzusehen sind.

Beim Menschen wird die Pleiodactylie in einzelnen Fällen als vererbbare Erscheinung beobachtet und dürfte sonach aus inneren Ursachen entstanden sein (Ziegler [101]).

Weiterhin hat man eine „Keimesvariation“ (Ziegler [101], Pott und Fackenheim, zit. nach Zander [100]), ein „excessives Wachstum“ (Taylor [88]), eine „dem Keim anhaftende Eigentümlichkeit“ (Marchand, zit. nach Zander [100]), oder einen „embryonalen Bildungstrieb oder Bildungsreiz“ (Kitt [45]) als Ursache der in Rede stehenden Missbildungen benannt;

aber mit solchen Erklärungsversuchen ist nicht viel getan und Ballowitz (4) bemerkt in der Einleitung zu seiner Abhandlung mit Recht, dass dies Begriffe sind, denen man schwer beikommen kann.

Nach Förster (zit. nach Ballowitz [4]) beruht die Polydactylie (beim Menschen) „offenbar auf einer Verdoppelung der Keimanlagen der einzelnen Finger und Zehen"; Boas (13) führt die polydactylen Erscheinungen teils auf Verdoppelung teils auf Sprossung zurück; Pfitzner (66) spricht ebenfalls von Verdoppelung, während Taylor (88) einerseits äussere Einflüsse z. B. mechanische Abteilung durch Stränge des Amnions, andererseits innere Einflüsse (Abänderung der Keimung, Spaltung oder Verdoppelung durch überreiche Ernährung) als ätiologische Momente anführt. Marchand (zit. nach Zander [100]) nimmt an, dass eine Spaltung der noch indifferenten Fingeranlage durch irgend ein von aussen wirkendes Moment oder infolge einer dem Keim anhaftenden Eigentümlichkeit zustande kommen kann und dass alsdann sich zwei gleichartige Fortsätze entwickeln, in deren Innerem sich nun Knorpel, Sehnengewebe usw. differenzieren.

Zander (100) vertritt die Ansicht, dass amniotische Falten oder Fäden sich den vorwachsenden Gliedmassen entgegenstellen, in dieselben einschneiden und Teile derselben mehr oder weniger vollständig abtrennen. Je nachdem die amniotischen Faltungen im Bereich der Extremitäten in einfacher oder mehrfacher Anzahl sich finden, je nachdem sie fadenförmig, strangartig, flächenhaft oder schlingenförmig seien, werden sie durch Spaltung zur Bildung überzähliger Finger, durch Druck zu Perodactylie oder grossen Defekten, eventuell zu Syndactylie, durch Abschnürung zu Amputationen oder Bildung von rudimentären Anhängen usw. führen können.

Neuerdings haben sich verschiedene Forscher, so Ahlfeld (1), Ballowitz (4), Kitt (45), Taylor (88), Tornier (90) der

Zanderschen Ansicht angeschlossen und die Einwirkung amniotischer Fäden, Stränge oder Falten entweder ausschliesslich oder neben anderen Ursachen als Causa efficiens von pleiodactylen Erscheinungen anerkannt.

Wenn ich auch zugeben will, dass in einzelnen Fällen ein amniotischer Faden Pleiodactylie erzeugen kann, so kann ich doch nicht umhin, auf das Bedenkliche einer allgemeinen Anerkennung der Zanderschen Theorie hinzuweisen. Jedenfalls lassen sich nicht alle polydactylen Erscheinungen auf diese Weise erklären. Wie soll z. B. die symmetrische Bildung von polydactylen Formen an zwei und mehr Gliedmassen mit der Zanderschen Theorie im Einklang zu bringen sein? Die Erklärung Zanders, dass bei der vollständig bilateralen Symmetrie des Embryo und des Amnions Falten in dem Amnion genau symmetrisch auftreten und auf gleiche Stellen der Gliedmassen einwirken, ist doch zu wenig tatsächlich unterlegt und zu wenig befriedigend. Auch darf man wohl annehmen, dass man — die Richtigkeit der Zanderschen Hypothese angenommen — schon öfters die beschuldigten amniotischen Fäden und Stränge hätte auffinden müssen. Dies ist aber meines Wissens bei Tieren noch nie, beim Menschen nur einmal (Ahlfeld [1]) eingetreten.

Im allgemeinen wird man für die Entstehung von polydactylen Formen drei verschiedene Möglichkeiten annehmen dürfen, und zwar Verdoppelung, Sprossung und Spaltung.

Bei der Verdoppelung ist die Entstehung der betreffenden Missbildung von zwei gleichen Keimen aus gedacht. Rauber (70) bestreitet jedoch die Möglichkeit des Vorhandenseins zweier Keime und führt die Ausbildung zweier Achsen stets auf Teilung zurück. — Die Sprossung nimmt proximal ihren Anfang und setzt sich in proximo-distaler Richtung fort. — Die Spaltung nimmt distal ihren Ausgang und schreitet in disto-proximaler Richtung vorwärts.

Nach dem Stand der heutigen Wissenschaft können wir für die einzelnen Möglichkeiten keine bestimmten Ursachen anführen. Begrifflich am verständlichsten ist die Erklärung durch Einwirkung mechanischer Art, welche bei der Sprossung als „Reiz“, bei der Spaltung als „Hindernis“ zu bezeichnen sein dürfte. Auf alle Fälle treten diese Vorgänge in frühester Embryonalentwickelung ein, so dass das embryonale Gewebe wiederum teilweise verwachsen kann. Hierdurch lassen sich auch die teilweisen Verwachsungen der Mittelhandknochen unserer Präparate erklären.

Kehren wir nun zu den von mir beschriebenen vier Fällen zurück.

Meiner Ansicht nach liegt die grössere Wahrscheinlichkeit vor, dass alle vier Fälle durch Teilung entstanden sind, hervorgerufen durch ein Hindernis, welches während der frühesten Embryonalperiode vom distalen Ende der Gliedmasse her auf die noch nicht differenzierten Teile teils spaltend teils drückend parallel der Gliedmassenachse eingewirkt hat. Beim vierten Fall dürfte diese Anschauung auf keinerlei Widerspruch stossen. Aber auch für die Entstehung der drei ersten Fälle bildet diese Annahme die einfachste Lösung. Denken wir uns beim vierten Fall die Causa peccans weiter fortwirkend parallel der Gliedmassenachse, so werden wir, je nachdem das Hindernis mehr medial oder mehr lateral von der Medianlinie eingewirkt hat, ein Produkt erhalten, welches mehr den beiden ersten Präparaten oder mehr dem dritten Fall gleicht.

Am Schlusse meiner Arbeit angelangt, drängt es mich, Herrn Direktor Dr. Sussdorf für die gütige Überlassung der Präparate, und das Interesse, das er meinen Untersuchungen entgegenbrachte, sowie die jederzeit bereitwillige Förderung der Arbeit an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

1. Ahlfeld, F., Die Verwachsungen des Amnion mit der Oberfläche der Frucht. Berichte und Arbeiten aus der geburtshilflich-gynäkologischen Klinik zu Marburg. 3. Bd. S. 158.
2. Albrecht, P., Über den morphologischen Wert überzähliger Finger und Zehen. Centralbl. f. Chirurgie. Jahrgang 1886. Beilage zu Nr. 24. S. 105.
3. Arloing, S., Contribution à l'étude de l'organisation du pied chez le cheval. Annales des Sciences nat., ser. 5. Tome 8. p. 55. 1867.
4. Ballowitz, Welchen Aufschluss geben uns Bau und Anordnung der Weichteile hyperdaktyler Gliedmassen über die Ätiologie und morphologische Bedeutung der Hyperdaktylie des Menschen? Virchows Archiv. 178. Bd. S. 1.
5. — Das Verhalten der Ossa sesamoïdea an den Spaltgliedern bei Hyper daktylie des Menschen. Virchows Archiv. 178. Bd. S. 164.
6. Bardeleben, K., Beitrag zur Morphologie des Hand- und Fussskelets. Sitz.-Ber. d. Jen. Gesellsch. f. Medizin u. Naturwissensch. 1885. S. 84.
7. — Über neue Bestandteile der Hand- und Fusswurzel der Säugetiere, sowie die normale Anlage von Rudimenten, „überzähliger" Finger und Zehen beim Menschen. Sitz.-Ber d. Jen. Gesellsch. f. Medizin u. Naturwissensch. S. 27 u. 149. 1885.
8. Baur, G., Neue Beiträge zur Morphologie des Carpus der Säugetiere. Anat. Anz. 4. Bd. S. 49. 1889.
9. Biéler, Note sur un cas de Pentadactylie chez le porc. Journal de Méd. Vét. de Lyon p. 476. 1887.
10. Birch-Hirschfeld, Lehrbuch der pathologischen Anatomie. I. Teil. Leipzig 1906.
11. Blanc, L., La Polydactylie chez les animaux. Journ. de Méd. Vét. de Lyon. p. 137 (Referat). 1893.
12. Boas, J. E. V., Über mehrzehige Pferde. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin u. vergleichende Pathologie. 7. Bd. S. 266. 1881.
13. — Bemerkungen über die Polydaktylie des Pferdes. Morpholog. Jahrbücher. 11. Bd. S. 182. 1885.
14. — a) Über den Metatarsus der Wiederkäuer. b) Über einen Fall von vollständiger Ausbildung des 2. und 5. Metacarpale beim Rind. Morpholog. Jahrb. 16. Bd. S. 525. 1890.

15. Bonnet, Grundriss der Entwickelungsgeschichte der Haussäugetiere. Berlin 1891.
16. Brandt, Vergleichende anatomische Untersuchungen über die Griffelbeine der Wiederkäuer. Zool. Anz. 11. Bd. 1888.
17. Briot, Ein Fall von Polydaktylie beim Pferde. Compt. rend. hebd. des séances de la société de biologie. 1898. (Referat.)
18. Bürki, Überzähliger Knochen an der Handwurzel des Rindes. Schweizer Archiv f. Tierheilk. 44. Bd. 4. Heft.
19. Cornevin, Überzählige Zehen beim Pferde etc. Journ. de Méd. Vét. Lyon. 32. Bd. S. 395. 1881.
20. Dalau, Caso di Polidactilia. La Clinica veter. p. 32. 1904.
21. Ellenberger und Müller, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 8. Aufl. Berlin 1896.
22. Ellenberger-Schütz, Jahresberichte über die Leistungen auf dem Gebiete der Veterinärmedizin 1880—1904.
23. Ercolani, Della Polidactilia nei Mammiferi. Giornale di Anat. Fisiol. e Pathologia degli animali. Vol. 14. 1882 and Vol. 15. 1883.
24. Fackenheim, Über einen Fall von hereditärer Polydactylie mit gleichzeitiger erblicher Zahnanomalie. Jenaer Zeitschr. 22. Bd. S. 343.
25. Fantin, Ein Fall von Polydaktylie. Österreichische Monatsschrift f. Tierheilkunde. S. 339. 1902.
26. Franck, Beiträge zu den Fusswurzelknochen und überzähligen Phalangen bei einzelnen unserer Haustiere. Tierärztl. Mitteilungen herausgegeben von Hahn. 16. Heft. S. 62. 1869.
27. — Handbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1883 und in Nr. 84 dieses Verz.
28. Froriep, Notizen aus dem Gebiet der Natur- und Heilkunde. 18. Bd. S. 202. 1827.
29. Gaudry, Les enchainements du monde animal dans les temps géologiques. Paris 1878.
30. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. „Carpus und Tarsus." Leipzig 1864—65.
31. — Kritische Bemerkungen über Polydaktylie als Atavismus. Morphol. Jahrb. 6. Bd. S. 584. 1880.
32. — Über Polydaktylie. Morphol. Jahrbücher. 14. Bd. S. 394. 1889.
33. Geoffroy-St.-Hilaire, Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et les animaux etc. Tome 3. Paris.
34. Ghisleni, Contributo allo studio della polidattilia negli animali domestici La Clinica Vet. S. 217. 1903.
35. Gurlt, Pathologische Anatomie. 2. Bd. S. 180 und 373.
36. — Eine überzählige Zehe am rechten Vorderfusse eines Pferdes. Magazin für die gesamte Tierheilkunde. 4. Bd. S. 403. Jahrgang 1838.
37. — — Tierische Missgeburten. Ein Beitrag zur pathologischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Berlin 1877.
38. Hensel, Analogien für die Fussform der Hipparion bei den Pferden. Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1860. S. 69.

39. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie. Jena 1897.
40. Inhelder, Fälle von Polydaktylie bei Menschen und Haustieren. Inaug.-Diss. St. Gallen. 1904.
41. Ising, Überzählige Zehen bei einem Fohlen. Maanedsskrift for Dyrlaeger. 9. Bd. S. 381. (Referat.)
42. Keller, Die Abstammung der ältesten Haustiere. Zürich 1902.
43. Kitt, Die Vorgeschichte des Pferdes. Österreich. Monatsschrift f. Tierheilkunde u. Tierzucht. 6. Bd. S. 129. 1883.
44. — Polydaktylie beim Pferde. Münchener Jahresbericht. S. 57. 1885/86.
45. — Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1900. 1. Bd. S. 95.
46. Koch, Eine überzählige Zehe beim Schwein. B.-T.-W. 1889.
47. — Encyklopädie der gesamten Tierheilkunde. Wien. 1885. 1. Bd. S. 98 u. 1887. 2. Bd.
48. Kollmann, Handskelet und Hyperdaktylie. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der 2. Vers. in Würzburg, 1888.
49. Kopp, Über die Verteilung der Gefässe und Nerven an Hand und Fuss der Fleischfresser. Inaug.-Dissert.
50. Kulczycki, Accessorische Sehnen des M. extensor digitor. commun beim Pferde und die morphologische Bedeutung derselben. Österreich. Zeitschr. f. wissenschaftl. Veterinärkunde. Neue Folge. 3. Bd. S. 151. 1889.
51. Lavocat, Le pied du cheval. — Développement des doigts latéraux. — Division du troisième doigt. Revue vétérin. p. 22. 1882.
52. — Exposé méthodique de la polydactylie. Revue vétérin. p. 75. 1893.
53. Lenglen, Sur la polydactylie héreditaire. Annales de Méd. Vét. p. 268. 1878.
54. Leuthardt, Über die Reduktion der Fingerzahl bei Ungulaten. Zoolog. Jahrb. Abteil. Systematik. 5. Bd. S. 93. Jena 1891.
55. Marsh, Polydactyle horses. Recent and Extinct. The american Journ. of Sciences and Arts. Ser. 3. Vol. 17. 1879.
56. Martin, Vergleichend-anatomisches über die Zehenstrecker des Pferdes Repertorium der Tierheilkunde. 53. Bd. S. 193. 1892.
57. — Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 2. Bd. Stuttgart 1904.
58. Mehnert, Kainogenese eine gesetzmässige Abänderung der embryonalen Entfaltung infolge von erblicher Übertragung in der Phylogenie erworbener Eigentümlichkeiten. Morpholog. Arbeiten. 7. Bd. Heft 1.
59. Meyer, Einige Fälle von Polydaktylie beim Schwein. Berl. tierärztl. Wochenschr. S. 267. 1890.
60. Monrot, Un cas de polydactylie chez un poulain. Amputation du doigt surnuméraire. Annal. de Méd. Vét. 1. Heft. 1893.
61. Mouchot, Didaktylie bei einem Fohlen. Zündels Bericht pro 1882—84. S. 103.
62. Nehring. Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen und ihre Beziehungen zu den lebenden Pferden. Berlin 1884.
63. De Nies, Un cas de polydactylie chez un poulain. Amputation du doigt surnuméraire. Guérison. Annales de Méd. Vét. p. 22. 1892.

64. Persillet, Polydactylie. Recueil de Méd. Vét. p. 430. 1888.
65. Pfitzner, Ein Fall von Verdoppelung des Zeigefingers. Morpholog. Arbeiten. 7. Bd. S. 459. 1897.
66. — Ein Fall von beiderseitiger Doppelbildung der fünften Zehe. Nebst Bemerkungen über die angeblichen Rückbildungen an der „kleinen" Zehe des Menschen. Morpholog. Arbeiten. 5. Bd. S. 279. 1895.
67. Plot, Breslauer Sammlungen. S. 633. 1721.
68. Prentiss, Polydactylism in man and in the domestic animals, with especial reference to digital variations in swine. From the Bulletin of the Museum of comparative zoology at Harvard College. Vol. 40. No. 6. Cambridge. April 1903.
69. Pütz, Eine überzählige Zehe bei einem Pferde. Deutsche Zeitschrift f. Tiermedizin. 15. Bd. S. 224. 1889.
70. Rauber, Formbildung und Formstörung in der Entwickelung von Wirbeltieren. Morpholog. Jahrbuch. Bd. 5 u. 6. 1879 u. 1880.
71. Revel, Cas de Pentadactylie observé chez le porc. Recueil de Méd. Vét. S. 508. 1882.
72. Ries, Note sur les doigts supplémentaires chez le poulain. Rec. de Méd. Vét. S. 567. 1903.
73. Römer, Missgebildete Vordergliedmassen beim Fohlen. Mitteilungen des Vereins badischer Tierärzte. 3. Bd. S. 17. 1903.
74. Rosenberg, Über die Entwickelung des Extremitätenskelets bei einigen durch Reduktion ihrer Gliedmassen charakterisierten Wirbeltieren. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. 23. Bd. S. 122. Leipzig 1873.
75. Rudert, Längenverhältnisse der Griffelbeine beim Pferde. Berl. tierärztl. Wochenschr. S. 695. 1901.
76. Rudofsky, Überzählige Zehen bei einem Pferde. Österreich. Monatsschr. Neue Folge 1905.
77. Rütimeyer, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Pferde. Verhandlungen d. naturforsch. Gesellsch. in Basel. 1863.
78. Salles, Polydactylie chez une pouliche. Opération. Revue vét. 1902. S. 445.
79. Sanson, Cas de Pentadactylie chez une suidé. Recueil de Méd. Vét. 1901.
80. Schmaltz, Polydaktylie beim Pferde. B.-T.-W. S. 462. 1896.
81. Schmidt, Teras oder Atavismus? B.-T.-W. S. 133. 1901.
82. Shares-Jones, A cas of supernumerary digit in the ox. Journal of comp. Patholog. and Therap. Vol. 15. 1902. Tl. II. S. 143 (Referat).
83. Shave, Unvollständige überzählige Zehe bei einem Pferde. Journ. of comp. Path. and Ther. Vol. 7. S. 282. (Referat.)
84. Siebold, Das Hipparion auf Jahrmärkten. Arch. f. Anthropol. S.427. 1881.
85. Steinmann und Döderlein, Elemente der Paläontologie. Leipzig 1890.
86. Sussdorf, Die Verteilung der Arterien und Nerven an Hand und Fuss der Haussäugetiere. Stuttgart 1889. (Gelegenheitsschrift.)
87. — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. I. Bd. Stuttgart 1895.

88. Taylor, Die Bedeutung überzähliger Zehenglieder des Pferdes, mit Bericht über zwei neue Fälle. The Veterinary Journal. 53. Bd. S. 344. (Referat.)
89. Tempel, Zum Vorkommen der Polydaktylie bei unseren schlachtbaren Haustieren. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene. 9. Jahrg. S. 232.
90. Tornier, Überzählige Finger, Regeneration, neue Vererbungshypothese. Durch Experimente erzeugte Doppelgliedmasse. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. Nr. 2 u. 8. S. 24. 1896.
91. — Über Schwanzregeneration und Doppelschwänze bei Eidechsen und über Entstehungsursachen der Poly- und Syndaktylie bei Säugetieren. Ebenda 1897. Nr. 5.
92. Vaeth, Die Urgeschichte des Pferdes. Mitteil. d. Vereins badischer Tierärzte. S. 124. 1904.
93. Voirin, Über Polydaktylie bei Ungulaten. Missbildung oder Atavismus? Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin. 6. Bd. S. 16. 1902.
94. Wehenkel, L'Hyperdactylie chez le porc. Extrait des Annales de la société de Méd. d'Anvers. 1872.
95. — La Polydactylie chez les Solipèdes. Extrait du Journal publié par la Société Royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles. 1872.
96. Wiedersheim, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 5. Aufl. Jena 1902.
97. — Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. 3. Aufl. Freiburg 1902.
98. Winter von Adlersflügel, Neuer und vermehrter Traktat von der Stuterey und Fohlenzucht. Nürnberg 1703.
99. Wood-Mason, A Case of Polydactylism in a Horse. Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. p. 18. 1871. (Referat.)
100. Zander, Ist Polydaktylie als teromorphe Varietät oder als Missbildung anzusehen? Archiv f. pathol. Anatomie. Bd. 125. S. 453. 1891. (Virch. Archiv.)
101. Ziegler, Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie für Ärzte und Studierende. 7. Aufl. Bd. I. Jena 1892.
102. Zimmermann, Über Polydaktylie beim Pferde. Österreich. Monatsschr. f. Tierheilkunde. 28. Jahrg. S. 337. 1903.
103. Zittel, Handbuch der Paläontologie. I. Abteil. Paläozoologie. Bd. IV. München und Leipzig 1891—93.

Aus dem anatomischen Institute in Freiburg i. Br.

ZUR ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DES SEKUNDÄREN GAUMENS BEI EINIGEN SÄUGETIEREN UND BEIM MENSCHEN.

VON

GEORG SCHORR,

ST. PETERSBURG, PROSEKTOR DES ELISABETH-KINDERKRANKENHAUSES.

Mit 3 Abbildungen auf Tafel 1 und 19 Abbildungen im Text.

Die Entwickelungsgeschichte des sekundären Gaumens hat für einen Embryologen grosses Interesse, da wir es hier mit einer eigentümlichen Lageveränderung zwischen der Zunge und dem sekundären Gaumen zu tun haben. Im Jahre 1869 erschien eine Monographie von Prof. Dursy, in welcher der Prozess der Gaumenentwickelung bei Säugetieren (Rind, Schaf, Schwein) schon ziemlich eingehend beschrieben wurde. Nach Dursys Beobachtungen erkennt man die erste Spur einer Gaumenplatte als einen abgerundeten Längswulst, welcher aus dem medianen Teil des Oberkieferfortsatzes nahe unter der Schädelbasis hervorgeht und sich alsbald nach vorn in die Zwischenkiefergegend und nach hinten der Seitenwand des Schlundkopfes entlang bis hinter die Kehlkopfgegend verlängert. Die daraus hervorgehende Platte wächst nicht sofort, wie gelehrt wird, in horizontaler Richtung der gegenüberstehenden Platte entgegen, sondern schlägt zuerst eine vertikale Richtung ein, so dass beide die der Schädelbasis und dem primitiven Gaumen sich anschmiegende Zunge zwischen sich fassen. Hierauf zieht sich die Zunge von dem unteren Nasenscheidenwandrand und der dahinter liegenden Schädelbasis zurück, verlässt den zwischen den vertikalen Gaumenplatten befindlichen Raum und gestattet dadurch den letzteren eine Abänderung ihrer ursprünglichen Richtung in eine horizontale. Dann wachsen die nun horizontalen Gaumenplatten mit dicken, freien, abgerundeten Enden

einander bis zur medianen Berührung entgegen, verschmelzen dann mit Zurücklassung einer Naht und bilden den bleibenden Gaumen. Wenn die zuerst senkrecht in die Mundhöhle hinabsteigenden Gaumenplatten sich aufrichten und eine horizontale Richtung annehmen, so sind sie noch nicht breit genug, um sich sofort zu verbinden und den Gaumen zu schliessen, sie werden vielmehr vorerst durch eine an verschiedenen Stellen verschieden breite Spalte geschieden. Die Schliessung des Gaumens beginnt nicht am vordersten Ende, sondern in einiger Entfernung hinter dem Zwischenkiefer.

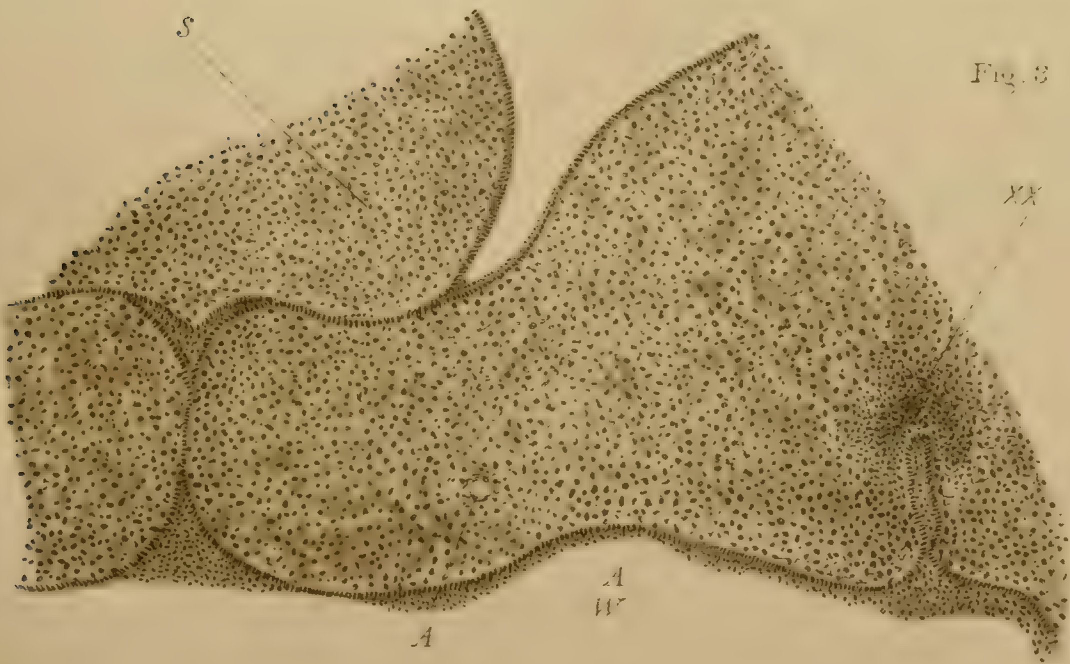
Beinahe dieselbe Beschreibung finden wir auch in den Lehrbüchern der Entwickelungsgeschichte. Koelliker äusserst sich in seinem Lehrbuche (1884) in folgender Weise: „. . . Es wuchern nämlich die Oberkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens nicht bloss äusserlich, sondern auch innerlich in Gestalt einer Leiste oder Platte, die ich die Gaumenplatte nannte, anfänglich in schief absteigender, später in horizontaler Richtung medianwärts, so dass sie eine immer enger werdende Spalte, die Gaumenplatte, zwischen sich offen lassen. . . . Dann verschmelzen die Gaumenplatten untereinander von vorn nach hinten.“

Bei His, in seiner „Anatomie menschlicher Embryonen, 1885“, finden wir beinahe dieselbe Beschreibung der Gaumenentwickelung.

Wie wir aus den eben angeführten Zitaten schon sehen können, war die Gaumenentwickelung den Embryologen nur in groben Zügen bekannt, sie kannten die erste Anlage der Gaumenplatten, ihre Stellung zur Zunge und endlich die horizontal liegenden Platten, die die Funktion des bleibenden Gaumens übernahmen. Damit wollen wir sagen, dass der Prozess der Umlagerung der Platten selbst noch ganz unerklärt blieb, bis im Jahre 1901 W. His für diese Frage von neuem grosses Interesse wachrief, indem er Gelegenheit fand, eine seltene Anomalie







Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Druckerei v. H. ...

der Gaumenentwickelung (beim Embryo Mr) zu untersuchen. His unterzog alle seine Serien menschlicher Embryonen einer neuen Durcharbeitung und konnte dann eine genauere Beschreibung des Prozesses geben. Auf der Seite 376 des oben genannten Werkes (1901) lesen wir folgendes: „. . . . nimmt die Höhe der Seitenwand zu und die Innenfläche des Oberkieferfortsatzes wächst zu einer anfangs stumpfen, späterhin schärfer sich ausprägenden Kante aus, dem ersten Anfang einer Gaumenleiste. Vorn beginnt die Gaumenleiste neben der primären Choane und sie geht hier unmittelbar in den primären Gaumen über. Von da ab erstreckt sie sich mit schräg verlaufendem Bogen dorsalwärts und sie ist über den Eingang zur Mittelohrtasche hinaus, bis in die Nähe des Kehlkopfeinganges zu verfolgen. In der Folge tritt die Gaumenleiste selbständiger, als etwas überhängender Wulst jederseits gegen den Mundrachenraum hervor. Weiterhin wandelt sich die Gaumenleiste immer mehr zu einer schmalen, neben der Zunge weit herabsteigenden Platte um und nun sondert sich lateralwärts von ihr eine zweite Leiste ab, die Alveolarleiste.“ Über die Stellung der Zunge zu den Gaumenplatten sagt His: „Die Zunge steigt erheblich höher herauf als die freien Gaumenränder und sie wird stellenweise von diesen förmlich eingeklemmt. Der Rücken der Zunge berührt während der zweiten Hälfte des zweiten Monats in grösserer Ausdehnung die Schädelbasis und die Zungenspitze legt sich dem hinteren Naseneingang dicht an. Es besteht somit zu der Zeit ein beiderseitiger physiologischer Wolfsrachen mit Tiefstand der Gaumenplatten und Hochstand der Zunge. Die Umlagerung der Gaumenplatten erfolgt zu Ende des zweiten oder im Beginn des dritten Monats. Von da ab findet man die Platten mit einander zugekehrten Rändern über der Zunge liegend. Ihre Verwachsung schreitet von vorn nach rückwärts fort, erfolgt aber nur langsam.“ „Bis jetzt wissen wir über den Mechanismus der Gaumenumlagerung gar nichts,“

sagt His. „Da die Gaumenplatten nicht nur neben, sondern mit ihren freien Rändern geradezu unter der Zunge liegen, und da die Zunge den überliegenden Raum völlig ausfüllt, so kann ein Emporsteigen der Platten offenbar nur erfolgen, wenn die Zunge zuvor ausgewichen ist. Dies Ausweichen kann durch aktive Muskelkonstraktionen, d. h. durch Senken des Unterkiefers und durch Bewegungen der Zunge eingeleitet werden." Einen anderen Vorgang konnte His sich kaum vorstellen. Dabei dachte er, dass die Hebung der Gaumenplatten nicht für beide Seiten zugleich erfolgt, sondern dass die Zunge erst nach der einen und dann nach der anderen Seite hin Raum schafft. His stellte sich vor, dass sein Embryo (Mr) in diesem Falle einer solchen Übergangsphase entspricht, in der der Prozess einseitig begonnen hat, aber noch nicht vollendet ist. Die Schnitte durch die Mundhöhle dieses Embryo zeigen eine, besonders nach vorn hin stark ausgeprägte, Schrägstellung der Zunge. Die Zungenspitze steht beinahe vertikal und ihr rechter Rand drängt sich am Gaumenfortsatze vorbei bis zum unteren Teil der Nasenhöhle empor. Links steht der Gaumenfortsatz über der Zunge. Der Unterkiefer zeigt auf der linken Seite einen grubenförmigen Eindruck, in den der Daumen der linken Hand hineinpasst. Nach diesem Tatbestand dürfte man daran denken, dass durch einen vom Daumen auf den Unterkiefer ausgeübten Druck eine Schrägstellung von Unterkiefer und Zunge und dadurch eine einseitige Wolfsrachenbildung erzeugt worden sei. Das von His angefertigte Modell zeigte indessen nichts von einer ausgiebigen Schrägstellung des Unterkiefers, sondern da, wo der Daumen anliegt, eine wenig ausgedehnte flache Grube; auch wäre, falls der Daumendruck die Schrägstellung der Zunge veranlasst haben sollte, der Hochstand der letzteren auf der linken Seite zu erwarten. Solche Überlegungen und besonders die Zusammenstellung mit einem analogen Falle Dursys beim Schweineembryo führten His zu der soeben besprochenen neuen Theorie der Gaumenumlagerung.

Fick, der denselben Embryo (Mr) einer Durcharbeitung unterzog, ist im Anfange seiner Arbeit ganz mit His einverstanden, dass dieser Fall ein normales Übergangsstadium darstellen soll, und hält die Beweise His' für so schwerwiegend, dass eigentlich jede Discussion darüber überflüssig erscheint. Darauf scheint er sich auch P. L. Friedrichs Ansichten anzuschliessen, indem er eine Reihe von Beweisen vorschlägt, die den Daumendruck als Ursache dieser Anomalie zu rechnen lassen. Er zweifelt sogar, ob die Abbildungen von Dursy genau gezeichnet waren. Endlich spricht er sich gegen die Hinaufklappung der Gaumenplatten aus. „Es musste vielmehr eine bedeutende Gestaltsveränderung des ganzen Gewebebalkens (Gaumenplatte + Alveolarfortsatz) eintreten. Eine solche Formveränderung, sagt Fick, kann übrigens sicher keine momentane sein.“ Dabei macht Fick auf einen Punkt besonders aufmerksam, dass nämlich im Stadium der „vertikalstehenden“ Gaumenplatten gerade an der Abbiegungsstelle der Platten nach unten, wenigstens beim Schwein, ein Wulst auftritt, der bei weiterem Wachstum eine Gaumenplatte bilden würde, die, von Anfang an an der richtigen Stelle, nämlich über der Zunge, stünde.

Im Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre (Bildung des definitiven Gaumens. 1902. 4.—5. Lieferung) finden wir über die Gaumenumlagerung nichts Neues.

A. Pölzl wollte zeigen, dass kein Grund vorhanden ist, die von Dursy aufgestellte und von His weiter ausgeführte Theorie des Gaumenverschlusses anzunehmen, sondern dass sich dieser Bildungsmechanismus auf Grundlage allgemeiner Wachstumsbedingungen erklären lässt. In ihrer Beschreibung des Embryo (WR_2) finden wir zum ersten Mal eine genaue Beschreibung der Lage des Nervi palatini bei menschlichen Embryonen. In die Gaumenplatte strahlt ein senkrecht absteigender Nerv ein, der sich nach rückwärts bis in das Ganglion sphenopalatinum verfolgen lässt. Dieser ziemlich starke Nerv ist der Nervus

palatinus descendens; er teilt sich in der vorderen Hälfte der Platte in seine Rami anteriores und posteriores, welch letztere in den weichen Gaumen einstrahlen und somit schon in diesem Stadium erkennen lassen, welcher Abschnitt der Gaumenplatte dem späteren harten, welcher dem weichen Gaumen zuzurechnen ist. Pölzls Beobachtungen haben klar gemacht, dass ein grosser Teil des Mundhöhlendaches (Embr. v. 22 mm. Ssl) anfangs vom Zwischenkiefer, bis zu welchem die Zunge nach vorne reicht, gebildet wird. Die Teilung des Nerv. palatini liegt wieder derart, dass der grössere Teil der hinter dem Zwischenkiefer beginnenden Gaumenplatte in den Bereich des Ramus posterior fällt und somit dem weichen Gaumen angehört. Pölzl beschreibt auch die Lage der Kinnregion, des Musculi geniohyoidei, die Stellung der Zunge zu den Cartil. Meckelii, zu den Gaumenplatten und den Alveolarleisten. Auf Grund ihrer Untersuchungen würde sich die Bildung des sekundären Gaumens beim menschlichen Embryo folgendermassen darstellen: „Die Ursache des sich hierbei abspielenden Prozesses ist das ungleiche Wachstum der einzelnen das Gesicht bildenden Abschnitte. Die Zunge und der Unterkiefer sind zunächst relativ klein. Die Zunge steht bei Horizontalstellung des Nasendaches vertikal, Wurzel und Rücken liegen der Schädelbasis dicht an. Die noch plumpe Zungenspitze liegt im hinteren Teile der Mundhöhle, hinter dem Ende des relativ sehr langen Zwischenkiefers. Auch der Unterkiefer steht senkrecht gegen die Schnauze empor und wird von dieser überragt. Durch fortschreitendes Wachstum kommt nun die Zunge mit ihrer Spitze unter dem Zwischenkiefer und längs desselben so weit nach vorne, dass sie schliesslich unter die Oberlippe zu liegen kommt. Dabei gelangt sie mit ihrem vorderen Teile durch das Hinabwachsen längs des schief nach vorne absteigenden Zwischenkiefers in ein immer tieferes Niveau, was zunächst eine starke Krümmung ihres Rückens zur Folge hat. Diese Krümmung wird bei weiterem Vorwachsen

der Zunge flacher, wobei sich der Rücken immer deutlicher von der Zungenwurzel absetzt, die allein ihre dorsale Richtung beibehält. Schliesslich wird die Knickung zwischen Wurzel und Rücken eine rechtwinklige und die ganze Zunge liegt in einem tieferen Niveau. Der Unterkiefer zeigt in dieser Zeit ebenfalls ein starkes Wachstum. Auch er rückt immer weiter nach vorne, so dass er schliesslich bis vor die Ebene der Schnauze kommt, und die Zungenspitze nun auf der Alveolarleiste des Unterkiefers und unter der Oberlippe liegt, eine Stellung, in der sie auch bei älteren Föten gefunden wird. Zugleich runden sich die Spangen der Meckelschen Knorpel zu einem immer breiteren Bogen aus und nehmen an Höhe zu, so dass die Zunge tiefer zwischen ihnen einsinkt. Die Nasenhöhle wird höher, wie aus der grösseren Höhe des Septum und aus der zunehmenden Distanz des Nasenloches von der Mundspalte zu sehen ist. Auch der Tiefendurchmesser der Mundhöhle wird grösser und zwar sieht man am Mundhöhlendache deutlich, dass der hinter dem Zwischenkiefer gelegene Abschnitt das stärkste Wachstum aufweist, da der Zwischenkiefer in späteren Stadien einen relativ viel kleineren Teil des Mundhöhlendaches ausmacht. Ebenso wächst die Höhe der Mundhöhle, indem die Alveolarfortsätze des Oberkiefers, welche zuerst nur niedrige Wülste bilden, durch starkes Höhenwachstum der lateralen Partien der Oberkieferfortsätze immer tiefer treten, bis sie sogar in ein tieferes Niveau gelangen, als die Gaumenleisten. Die Gaumenplatten entstehen als niedrige Leisten hinter dem Zwischenkiefer, also im hinteren Teil der Mundhöhle und erstrecken sich bis knapp an die dorsale Schlundwand, wo sie mit einer abgerundeten Ecke enden. Ihr unterer Rand ist frei, mit ihrer lateralen Fläche stehen sie rückwärts mit dem Boden und der Seitenwand der Mundhöhle in Verbindung. Der Abschnitt, welcher dem späteren harten Gaumen angehört, ist nach innen unten gerichtet und liegt unter den Seitenteilen der Zunge, während der den grösseren Anteil

der Gaumenplatte bildende weiche Gaumen senkrecht neben der Zunge absteigt. Durch alle hier beschriebenen Wachstumsdifferenzen im Bereiche des Gesichtes und der Schädelbasis gelangt schliesslich die Zunge so weit nach vorne und unten, dass der Zwischenkiefer sowie der kurze Teil der Gaumenplatte, welcher den späteren harten Gaumen darstellt, über ihr, der später weiche Gaumen aber hinter ihr liegt. Die Platten des harten Gaumens, die früher nach innen unten gerichtet waren, wachsen nun, da der Raum zwischen ihnen frei geworden ist, nicht mehr weiter nach unten, sondern sie wachsen, ihre Form ändernd, oberhalb der Zunge in horizontaler Richtung gegen die Mitte zu und treffen sich zunächst in ihrem vordersten Teile, eine Strecke hinter dem Zwischenkiefer. Von da an setzen sie sich nach vorne in zwei, jetzt erst vom vordersten Teile der Oberkiefer gegen die Mitte auswachsende Platten fort, die unter dem Zwischenkiefer liegen und mit ihm die Stensonschen Gänge einschliessen. Die Verwachsung des harten Gaumens schreitet dann nach vorne und rückwärts fort, zugleich verwächst mit ihm das immer länger gewordene Septum und auch der weiche Gaumen schliesst sich teilweise, nachdem er hinter der Zungenwurzel, ohne seine Richtung zu ändern, gegen die Mitte vorgewachsen ist. Kurz gesagt, wird also die Schliessung des sekundären Gaumens dadurch ermöglicht, dass die Zunge aus dem Raume zwischen den Gaumenplatten nach vorne hinauswächst ohne von rückwärts in denselben hineinzulagern.“ Über das, was am schwersten in diesem Prozesse zu verstehen ist, sagt Pölzl kurz folgendes: „... die Platten wachsen, ihre Form ändernd, oberhalb der Zunge in horizontaler Richtung ...“ Diese Behauptung ist nur als eine Theorie ausgesprochen, Pölzl konnte uns keine histologischen Beweise für sie geben. In dem soeben (1906) erschienenen Lehrbuche berührt Hertwig diese Frage gar nicht. Damit sehen wir, dass die uns interessierende Frage bis zur letzten Zeit noch unklar geblieben ist.

Auf die Veranlassung von Herrn Prof. Dr. F. Keibel unterzog ich mit grossem Interesse diese Frage einer neuen Durcharbeitung und machte mir den folgenden Plan. Da es sehr schwer ist, gut konservierte menschliche Embryonen zu bekommen und dabei ein grosser Teil derselben als pathologisch betrachtet werden muss,[1]) wählte ich zunächst eine Reihe von Schweineembryonen so aus, dass ich alle Übergangsstadien hatte. Nachdem ich die wichtigsten Momente der Gaumenumlagerung an den Schweineembryonen kannte, habe ich eine Reihe von menschlichen Embryonen, die mir Herr Prof. Dr. F. Keibel gab, einer Durcharbeitung unterzogen. Darauf habe ich die Gelegenheit gehabt an den Affenserien des Selenkaschen Nachlasses und v. Prof. A. A. W. Hubrecht und den Talpaserien von Prof. E. Fischer meine Resultate einem vergleichenden Studium zu unterwerfen. Nach meinen Beobachtungen an diesem recht umfangreichen Materiale bin ich zur Überzeugung[2]) gekommen, dass die Gaumenentwickelung bei den untersuchten Säugetier- und menschlichen Embryonen sehr viel Ähnliches darbietet, worüber ich nach der Beschreibung meiner Untersuchungen weiter sprechen werde. Die Beschreibung meiner Serienschnitte werde ich auf das Wichtigste beschränken und alles, was schon früher festgestellt war und keinen genauen Bezug auf mein Thema hat, auslassen, um meine Arbeit nicht zu umfangreich zu machen. Alle Embryonen wurden in Paraffin eingebettet, nach den gebräuchlichen Methoden bearbeitet und in Serienschnitten (15 μ und 20 μ) zerlegt.

---

[1]) Nach den Beobachtungen von His stellt sich das Verhältnis voll 12 Missbildungen auf 19 gesunde Früchte heraus, gegen 40% der eingelieferten Fälle. „Jedenfalls aber ergibt sich die für die Zeugungstheorie, sagt His, wie für die Praxis höchst bedeutsame Tatsache, dass ein nicht geringer Bruchteil der erzeugten Geschöpfe schon in ihrer ersten Anlage verfehlt ist und damit unfähig, das Entwickelungsziel zu erreichen."

[2]) S. meine vorläufige Mitteilung. Anatom. Anzeiger. Bd. 30. S. 24. 1907

Schweineembryonen.

Wie wir es wissen (Prof. F. Keibels Normentafel) fängt die Bildung des eigentlichen Gaumens bei den Schweineembryonen von 20—22 mm Scheitel-Steisslänge an. Meine Serie enthält folgende Embryonen:[1])

1.	Sch.-St.-L.	— 20 mm —	S. s. 20.
2.	„	— 21 mm —	S. s. 21.
3.	„	— 22 mm —	S. s. 22.
4.	„	— 23 mm —	S. s. 23.
5.	„	— 24 mm —	S. s. 24.
6.	„	— 25 mm —	S. s. 25.
7.	„	— 26 mm —	S. s. 26.
8.	„	— 27 mm —	S. s. 27 a.
9.	„	— 27 mm —	S. s. 27 b.
10.	„	— 27 mm —	S. s. 27 c.
11.	„	— 28 mm —	S. s. 28 a.
12.	„	— 28 mm —	S. s. 28 b.
13.	„	— 30 mm —	S. s. 30.
14.	„	— 32 mm —	S. s. 32.
15.	„	— 33 mm —	S. s. 33.
16.	„	— 34 mm —	S. s. 34.
17.	„	— 36 mm —	S. s. 36.

Als ich so eine Reihe von Schweineembryonen zusammengestellt hatte, in welcher ich die Anfangsstadien der Gaumenentwickelung und alle weiteren Stadien bis zur horizontalen Gaumenplatte hatte, suchte ich an den Serienschnitten folgendes festzustellen:

1. Die Stellung des sekundären Gaumens zur Zunge; 2. ob nicht eine neue Ausstülpung oder was anderes an der Stelle des definitiven Gaumens sich zeigte, wie es Fick schon früher erwähnte; und 3. die Stellung und den Aufbau des sekundären

[1]) S. s. ist die Abkürzung von Sus scrofa.

Gaumens genau zu verfolgen — ob er nicht, möglicherweise, verschwindet, oder eine neue Evolution durchmacht, wie das Pölzl glaubte.



Fig. 1

Um ein Missverständnis zu vermeiden, habe ich mir einige Puncta fixa (Anfang des Alveolarfortsatzes, Frenulum, Zungenspitze, Cartilago Meckelii, Nervus palatinus etc.) ausgesucht, die mir die Orientierung und ein Vergleichen der Schnitte von

verschiedenen Serien erlaubten. Jedenfalls muss man immer daran denken, dass diese Methode keine absolute, sondern nur eine relative Bedeutung haben kann, weil es durchaus unmöglich ist, die ganze Reihe von Embryonen genau entsprechend orientiert in Serien zu schneiden. Aus der Reihe werde ich nur diejenigen Embryonen beschreiben, welche bedeutungsvolle Stadien für die Gaumenentwickelung aufweisen. Bevor ich die Beschreibung anfange, will ich mit einigen Worten des Nervus palatinus gedenken. Mit gutem Rechte wurde er von Pölzl als zuverlässiges Merkmal der Grenze zwischen dem weichen und harten Gaumen bezeichnet. Ich habe hier eine Abbildung von einem Sagittalschnitte des S. s. — 32 gegeben, auf welcher man diese Beziehung auch bei den Schweineembryonen sehr deutlich sehen kann.

Um eine richtige Vorstellung zu bekommen, muss man auch die kleinsten Äste des Nervus palatinus anterior verfolgen, was aber ohne besondere Färbemethoden recht schwer ist. Deswegen schlage ich vor, in den Schnitten auch die Äste der Arter. palatina anter. zu verfolgen, weil diese Arterie, wie es auch die Abbildung (Textfigur 1) zeigt, den ganzen Weg des Nerv. palat. mit macht. Diese Arterie kann auch bis in die vordersten Teile recht leicht verfolgt werden. Bei der Beschreibung der Schnitte werde ich immer von der Schnauze anfangen und dorsalwärts weitergehen.

S. s. — 21 — Frontalschnitte.

Die äusseren Nasenöffnungen sind von Epithelialpfropfen verschlossen. Der Unterkiefer berührt den Zwischenkiefer. Die Zungenspitze liegt in der Nasenhöhle unter dem Septum und zwischen den medialen Seiten des Oberkiefers eingeklemmt. Die Zahnleiste des Oberkiefers ist angedeutet und man bemerkt über ihr eine dichte Ansammlung von Mesenchymzellen. Von der medialen Fläche des Oberkiefers nach innen unten geht die

Anlage des sekundären Gaumens ab. Dieser zeigt folgende Eigenschaften: In der Mitte des Frontalschnittes sehen wir das Lumen einer Arterie, die, soweit wir sie verfolgen, immer von einem Nerv begleitet ist und von der Arteria palat. abgeht. Der Nerv geht vom Nerv. palat. ab. Zwischen den angedeuteten sekundären Gaumen und dem Alveolarfortsatze bemerken wir eine Rinne, die immer eine Winkelausmessung hat und deswegen der Kürze halber von mir als Winkel A bezeichnet wird. Die Art. und der Nerv. palatinus anterior nähern sich weiter dorsalwärts der Firste des Winkels A und an der Grenze zwischen dem späteren weichen und harten Gaumen[1]) liegen sie schon über ihr und lateral von ihr. Im vorderen Teile der Anlage des harten Gaumens (SGH) sieht man eine dichte, aber ganz gleichmässige Verteilung der Mesenchymzellen. Mehr dorsalwärts findet man eine dichte Anhäufung der Mesenchymzellen nur über der Firste des Winkels A und über der Zahnleiste. Daneben besitzt der mediale Teil des sekundären Gaumens eine weniger dichte Ansammlung der Mesenchymzellen, die das Normale nicht überschreitet. Die Verteilung der Mesenchymzellen im Gebiete des weichen Gaumens (SGW) entspricht auch dem Normalen. Die Anlage des harten und des weichen Gaumen (SGH und SGW) haben eine Richtung nach innen unten, und da sie die Zunge zwischen sich einklemmen, so bekommt die Zunge an den Frontalschnitten eine Form, die einem abgeschnittenen Dreieck mit der Basis nach oben ähnelt. Im Gebiete der Anlage des weichen Gaumens (SGW) liegt die Zunge unter der Schädelbasis. Mehr dorsalwärts nimmt die Anlage des weichen Gaumens (SGW) eine vertikale Richtung an, um in die Plicae palatopharyngeae überzugehen. Die anderen Einzelheiten meiner Präparate werde ich hier nicht besprechen (so wie auch im

1) Den Teil des sekundären Gaumens, der dem späteren harten Gaumen zuzurechnen ist, werde ich als SGH., und den späteren weichen Gaumen als SGW. bezeichnen.

weiteren), weil sie keinen Bezug zu meinem Thema haben und ohne Nutzen die Beschreibung zu umständlich machen würden.

S. s. — 23 — Frontalschnitte.

Der Unterkiefer ist weiter vorgewachsen. Der sekundäre Gaumen ist mehr in die Länge gewachsen und der Winkel A ist stärker ausgeprägt. Die Eigenschaften der Art. und des Nerv. palat., wie auch des Mesenchyms sind dieselben, wie bei S. s. — 21.

S. s. — 24 — Frontalschnitte.

Der Unterkiefer ist weiter vorgewachsen. Das Septum ist höher und im Vergleich mit S. s. — 21 schmaler geworden.

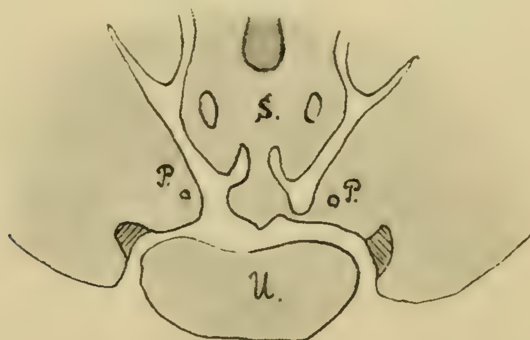


Fig. 2.

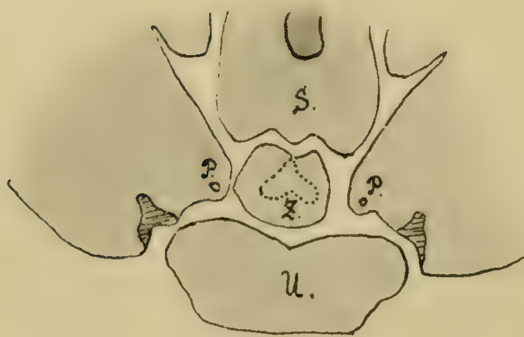


Fig. 3.

Die Abbildung (Textfigur 2) zeigt, dass im Schnitte schon ein grosser Teil des Unterkiefers und der Endteil des Zwischenkiefers vorhanden sind. Nach wenigen Schnitten (Textfigur 3)

finden wir die Zunge, aber mit einer Grube (punktierte Linie), die dem hinteren herzförmigen Teile des Zwischenkiefers anliegt. Auf den weiteren Schnitten sehen wir (Textfigur 4), dass das Ende der Anlage des harten Gaumens (SGH) eine Grube auf der lateralen Seite der Zunge verursacht, wodurch der Zungenschnitt eine 8-förmige Gestalt bekommt.

Die Textfigur 4 zeigt, dass die unteren (vorderen) Teile der Zunge in diesem Bezirke der Mundhöhle schon etwas niedriger, als die Anlage des harten Gaumens (SGH) gelegen sind. Die Arterie und der Nerv. palat. ant. und die Ansammlung der

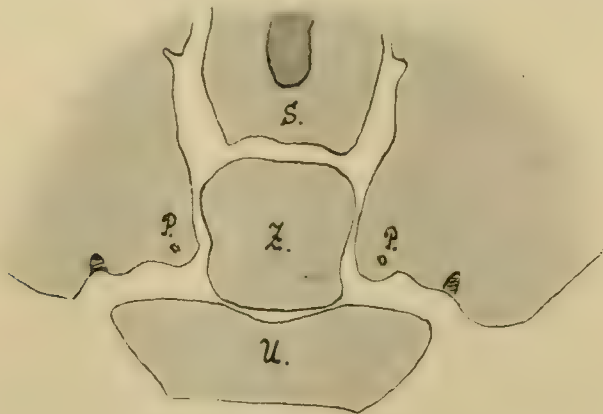


Fig. 4.

Mesenchymzellen zeigen denselben Charakter, wie bei den früheren Stadien. Mehr dorsalwärts sieht man die dichte Ansammlung der Mesenchymzellen sehr deutlich über der Firste des Winkels A (Tafel I, Fig. 1). Mit einer Ölimmersion findet man hier eine Menge Caryokinesen, was auf eine lebhafte Proliferation des Mesenchyms deutet, weil in den Teilen, in denen die Mesenchymzellen nicht so dicht und gleichmässiger angeordnet sind, die Caryokinesen viel seltener vorgefunden werden. Die Zungenschnitte in dem hinteren Drittel der Anlage des harten Gaumens (SGH) haben eine Form eines abgeschnittenen Dreiecks, das mit der Basis nach oben gerichtet ist. Der Hauptstamm des Nerv. palat. verläuft über den Winkel A und lateral

von ihm. Mehr dorsalwärts (Textfigur 5) berührt die Zunge noch die Schädelbasis. Die Ansammlung der Mesenchymzellen über dem Winkel A in der Anlage des weichen Gaumens (SGW) ist fast unmerkbar.



Fig. 5.

S. s. — 25 — Frontalschnitte.

zeigt dieselben Eigenschaften, wie S. s. — 24.

S. s. — 26 — Frontalschnitte.

Dieser Embryo hat schon weitere Stadien durchgemacht, wie ich sie bei S. s. — 27 umständlich beschreiben werde, da sie hier sehr ausgeprägt erscheinen und uns den Schlüssel zur Erklärung der Gaumenumlagerung geben.

S. s. — 27 — B — Frontalschnitte.

Der Kopf zeigt schon eine lange Schnauze. Der Unterkiefer ist noch mehr vorgewachsen.

Das Septum ist höher geworden. In beiden Kiefern sieht man schon die Knochenanlagen. Die Zungenspitze ist schon unter dem Alveolarfortsatze des Oberkiefers zu finden. Der Schnitt 67 (Textfigur 6), welcher durch beide Jacobsonschen Organe getroffen hat, zeigt uns den Anfang der Anlage des harten Gaumens (SGH). Das vordere Drittel dieser Anlage (SGH)

hat eine Richtung nach innen unten, steht dabei über der Zunge und drückt, wie wir es weiter am Schnitte 78 (Textfigur 7) sehen, auf die obere (laterale) Seite der Zunge, indem dieselbe auf dem Schnitte eine Form besitzt, die einem abgeschnittenen Dreieck mit der Basis nach unten ähnelt. Der

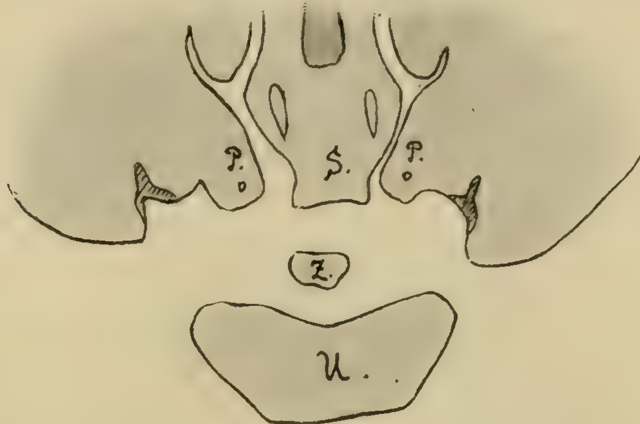


Fig. 6.

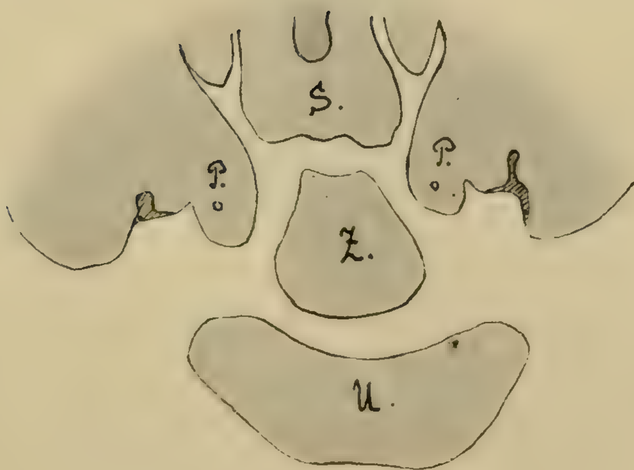


Fig. 7.

Winkel A ist noch recht scharf. Die Arterie und der Nerv. pal. ant. sind hier in der Mitte der Anlage des harten Gaumens (SGH) und medial vom Winkel A zu sehen. Die Mesenchymzellen dieses Teiles der Anlage des harten Gaumens (SGH) sind gleichmässig, aber dichter als in der Norm, woraus wir schliessen müssen, dass diese Anlage (SGH) hier noch stark in die Länge

wächst und von oben auf die Zunge drücken muss. Über der Firste des Winkels A finden wir auch eine lebhafte Proliferation des Mesenchyms. Auf dem Schnitte 83 (Textfigur 8) bemerken wir, dass der Zungenschnitt beinahe parallele laterale Seiten hat, und dass beide Anlagen des harten Gaumens (SGH) eine vertikale Stellung einnehmen. Sie sind noch mehr in die Länge gewachsen und nehmen eine viel niedrigere Lage als die Alveolarfortsätze des Oberkiefers ein. Die Arterie und der Nerv. pal. ant. sind hier mehr lateral und näher zur Firste des Winkels A

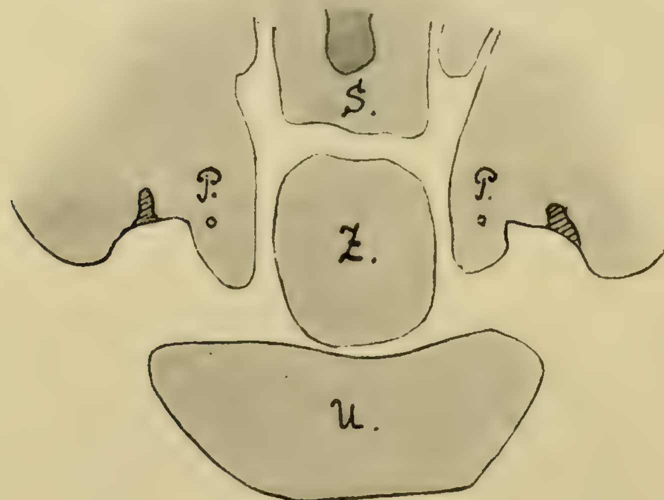


Fig. 8.

gelegen. Die lebhafte Proliferation des Mesenchyms ist nur über der Firste des Winkels A und über der Zahnleiste bemerkbar. Wenn man hier (so wie auch beim S. s. — 24) den medialen (nasalen) Teil der Gaumenplatte mit dem lateralen (oralen) Teil derselben vergleicht, so bemerkt man gleich, dass in dem ersten Bezirke die Mesenchymzellen nicht so dicht und gleichmässiger angeordnet sind, und dass die Caryokinesen nicht so leicht aufgefunden werden. Diese Merkmale zeigen, dass in dem medialen (nasalen) Teile der Gaumenplatte ein Wachstum vorhanden ist, das das normale nicht überschreitet. Wenn wir uns jetzt im Geiste die Summe der lebendigen Kräfte vorstellen, deren

Wirkung die Anlage des harten Gaumens (SGH) untergeordnet ist, so werden wir ganz deutlich sehen, dass als Resultat ihrer Wirkung a) ein Stumpferwerden des Winkels A und b) eine allmähliche (von vorne nach hinten) Umlagerung der, früher nach innen unten neben der Zunge gerichteten, Gaumenplatte in die horinzontal über der Zunge angeordnete definitive Gaumenplatte stattfinden wird. Das in Textfigur 9 gegebene Schema kann dem Leser das Gesagte gut erklären. Wenn wir uns nach dem Schema die Abflachung des Winkels A vorstellen, so können wir ganz klar (nach einer Messung der betreffenden Teile) zeigen, dass sich die Ränder der Anlagen des harten Gaumens (SGH) in

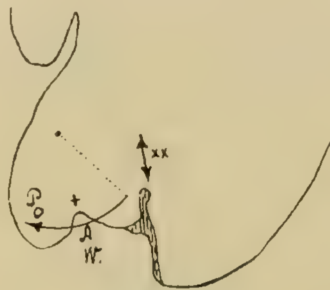


Fig. 9.

den vorderen Teilen einander gegenüberstehen würden, eine Rinne bildend, die vom unteren Ende des Septum bedeckt wäre. Mehr dorsalwärts dürften die Ränder der beiden Anlagen des harten Gaumen (SGH) sich nur berühren, so dass Ficks Behauptung keinen Beweis finden kann (s. o.). Die Arterie und der Nerv. palat. desc. liegen über dem Winkel A und lateral von ihm. Ausserdem will ich hier betonen, dass ich nirgends (weder in den früheren, noch in diesem Stadium) einen neuentstandenen Höcker am primären Gaumen gefunden habe, wie ihn Fick sehen und zur Ausbildung eines schon von vorneherein über der Zunge gelegenen Gaumens in Anspruch nehmen wollte. Mehr dorsalwärts (Textfiguren 10 und 11) finden wir, dass die Anlage des weichen Gaumens (SGW) seine Richtung nach innen unten noch nicht geändert hat, was die schon früher geschilderte Form des Zungenschnittes verursacht (eines abge-

schnittenen, mit der Basis nach oben gerichteten Dreiecks). Die lebhafte Proliferation des Mesenchyms ist hier mehr dorsalwärts, als in den früheren Stadien (S. s. — 24) ausgeprägt. Die An-

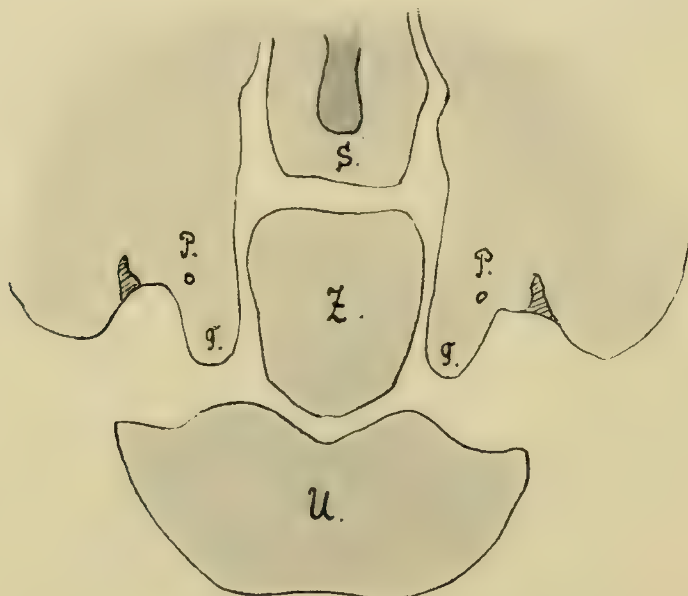


Fig. 10.

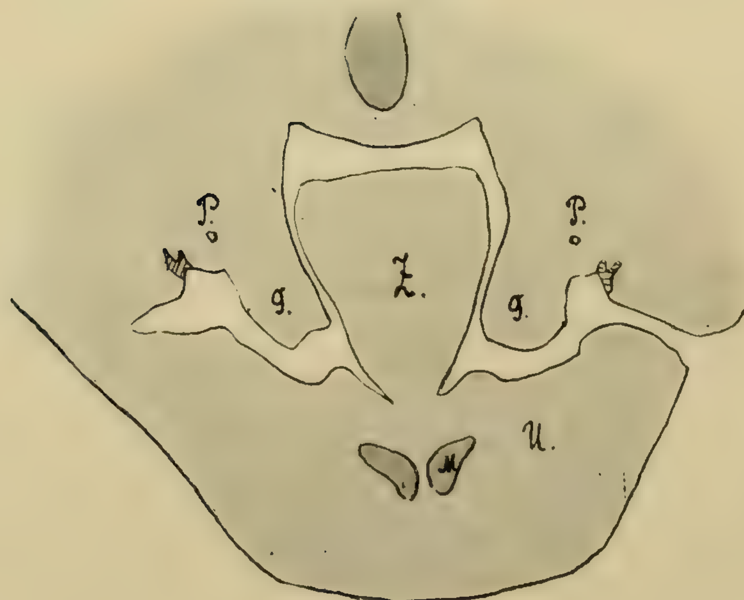


Fig. 11.

lage des weichen Gaumens (SGW) ist in diesem Stadium länger ausgewachsen und hat einen flacheren Winkel A, als S. s. — 24. Noch mehr dorsalwärts nimmt die Anlage des weichen Gaumens (SGW) wieder die vertikale Richtung an.

S. s. — 28 — a — Frontalschnitte.

Die Zungenspitze ist schon unter der Oberlippe zu finden. Unter dem Zwischenkiefer ist die Zunge abgeplattet. Weiter dorsalwärts (Textfigur 12) sehen wir, dass im vorderen Teile

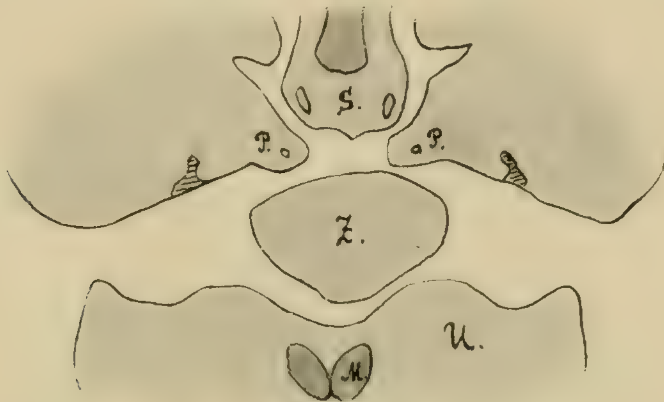


Fig. 12.

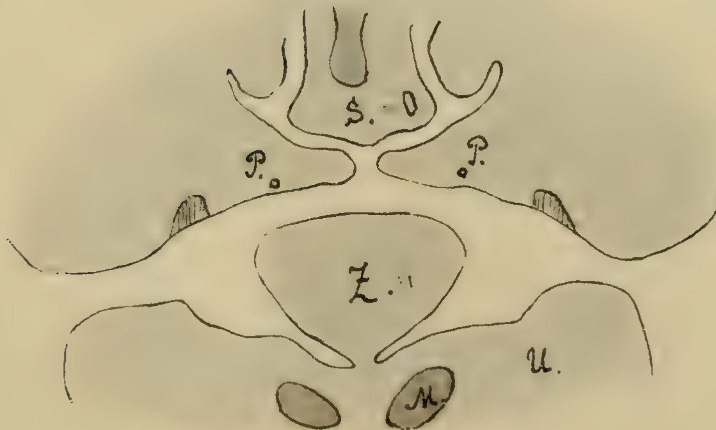


Fig. 13.

der Anlage des harten Gaumens (SGH) der Winkel A schon beinahe verschwunden ist, und dass die Anlagen des harten Gaumens (SGH) gegeneinander gerichtet sind. Das untere Ende des Septum ist noch nicht herunter gewachsen. Auf der Textfigur 13 sehen wir, dass der Winkel A ganz verschwunden ist und die Anlage des harten Gaumens (SGH) über der Zunge steht, ohne dass die Gaumenplatten sich hier schon berühren. Mehr

dorsalwärts (Textfigur 14) haben sich die Platten der harten Gaumenanlagen (SGH) zur Verklebung aneinander gepasst. In den Anlagen des weichen Gaumens (SGW) ist der Winkel A verschwunden, sie stehen über der Zunge, sind aber noch nicht lang genug um zu verschmelzen. Die Arteria und der Nervus pal. ant. liegen anfangs medial vom Winkel A, dann nähern sie sich immer mehr der Firste des Winkels A, heben sich allmählich, und an der Grenze der Anlage des harten Gaumens (SGH)

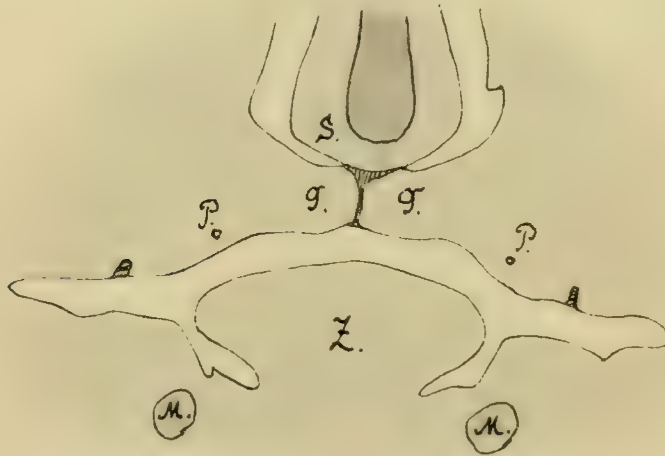


Fig. 14.

sehen wir, dass der Nerv. und die Arteria palat. desc. über der Firste des Winkels A und lateral von derselben liegen. Die lebhafte Proliferation des Mesenchyms finden wir noch überall über der früheren Firste des Winkels A (Tafel I, Fig. 2). In dem Teile der Anlage des harten Gaumens (SGH), welcher jetzt gegen die Nasenhöhle gerichtet ist, ist ein normales Wachstum des Mesenchyms zu erkennen.

S. s. — 28 — b — Frontalschnitte.

Alle Teile sind noch mehr gewachsen. Die vorderen Teile der Anlage des harten Gaumen (SGH) sind schon mit dem Septum verschmolzen, doch ist noch die Rinne geblieben, welche

ich beim S. s. — 27 — b früher beschrieben hatte. Mehr dorsalwärts hat das Mesenchym die Epithelialverklebungen des Gaumens schon teilweise durchwachsen. Die lebhafte Proliferation des Mesenchyms findet man nicht mehr so ausgedehnt in dem unteren Teile des Gaumens über den früheren Winkel A, und recht gut ausgeprägt über der Zahnleiste.

S. s. — 30 — Frontalschnitte.

Die im früheren Stadium noch recht tiefe Rinne im vorderen Teile des Gaumens ist schon ausgefüllt und verschwunden. Die Epithelialverklebungen zwischen den mittleren Teilen des Gaumens sind auch schon fast verschwunden. Die Verschmelzung des Gaumens ist weiter dorsalwärts gerückt. Ich mache besonders aufmerksam darauf, dass die lebhafte Proliferation des Mesenchyms im unteren Teile des Gaumens ganz verschwunden ist (Tafel I, Fig. 3), indem die Anordnung der Mesenchymzellen hier jetzt eine gleiche, wie in dem oberen (nasalen) Teile des Gaumens ist. Eine lebhafte Proliferation des Mesenchyms ist noch sehr deutlich über der Zahnleiste zu finden, welche zu dieser Zeit recht tief in das Mesenchym hineinragt.

Ich werde die weiteren Stadien der mir vorliegenden Schweineserien nicht mehr besprechen, da der Prozess der Gaumenumlagerung in ihnen schon abgelaufen war.

Maulwurfembryonen v. Prof. E. Fischer.

(Talpa europea).

Ich habe vier Embryonen untersucht:

1. TE — 11,0 Sch. St. L.
2. TE — 11,5 „ „ „
3. TE — 12,0 „ „ „
4. TE — 13,0 „ „ „

TE — 11,0 Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Die Zungenspitze befindet sich unter dem Zwischenkiefer. Die Schnitte zeigen, dass das vordere Drittel der Anlage des harten Gaumens (SGH) neben der oberen Hälfte der Zunge liegt, und dass die Anlage des harten Gaumens (SGH) dabei eine Richtung nach unten hat. Weiter dorsalwärts hat die Anlage des harten Gaumens (SGH) eine Richtung nach innen unten und klemmt die Zunge ein, wodurch dieselbe die Form eines abgeschnittenen Dreiecks mit der Basis nach oben erhält. Der vordere Teil der Zunge liegt unter dem Septum, weiter dorsalwärts unter der Schädelbasis. Der Winkel A ist nur angedeutet. Die Arterie und der Nervus palatinus haben dieselbe Lage, wie bei den Schweineembryonen.

TE — 11,5 Sch.-St-L. — Frontalschnitte.

Die Schnitte zeigen dasselbe Stadium, wie der soeben besprochene Embryo. Der Winkel A ist stärker ausgeprägt. Da die Schnitte schräger verlaufen, so kann man an diesem Embryo recht gut sehen, dass vom Hauptstamm des Nervus palatinus ein kleiner Ast zum medialen Teile des Alveolarfortsatzes, medial von der Zahnleiste und lateral vom Winkel A, abgeht. (Dasselbe werden wir weiter bei den menschlichen Embryonen wieder treffen.)

TE — 12,0 Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Die Zunge ist nach vorne gewachsen. Die Zungenspitze hat an Schnitten unter der Oberlippe eine ovale Form, mehr dorsalwärts die Form eines abgeschnittenen Dreiecks mit der Basis nach unten. Noch weiter hat der Zungenschnitt parallele Seiten, und endlich die frühere Form (eines abgeschnittenen Dreiecks mit der Basis nach oben) behalten. Die anatomische Lage der Anlage des harten Gaumens (SGH), der Anlage des weichen Gaumens (SGW), des Winkels A, der Arteria und des Nerv.

palat. sind dieselben, wie bei dem S. s. — 27 — b, deswegen werde ich sie, um Wiederholungen zu vermeiden, nicht besprechen.

TE — 13,0 Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Der Unterkiefer und die Zunge sind noch mehr vorgewachsen. Die Zunge hat eine platte Form angenommen. Beide Anlagen des harten Gaumens (SGH) stehen horizontal über der Zunge und haben noch eine Rinne zwischen sich beibehalten, wie wir es schon bei der Beschreibung des S. s. — 28 — a erwähnt haben. Die beiden Anlagen des weichen Gaumens (SGW) sind schon zusammengeklebt. Der Winkel A ist überall schon flach geworden.

Affenserien v. Prof. Hubrecht zu Utrecht.

Beim Durcharbeiten der Affenserien bin ich zum Schlusse gekommen, dass der Prozess der Entwickelung und der Umlagerung des sekundären Gaumens denselben Typus hat, wie beim Schweineembryo. Das ungleiche Wachstum des sekundären Gaumens, der Winkel A und seine Ausbreitung, die lebhafte Proliferation des Mesenchyms, die Lage der Arteria und des Nerv. palatinus sind ganz dieselben, wie beim Schweineembryo. Ich möchte nur darauf aufmerksam machen, dass der Winkel A (beim Cercoc. cynomolg. 306. Hubrecht) schon sehr früh flach wird und dass der sekundäre Gaumen eine horizontale Lage besitzt, obwohl die Zunge noch nicht aus der Nasenhöhle ausgewichen ist. Ausserdem scheint es mir noch von Interesse zu sein zu erwähnen, dass beim Nasenaffen das mediale Ende des sekundären Gaumens cranialwärts zu wachsen geneigt ist, was wahrscheinlich durch das kürzere Septum verursacht wird. Der Modus des Aufhebens über das horizontale Niveau muss nach demselben Princip des ungleichen Wachstums, wie wir es

bei den Schweineembryonen beschrieben haben, vor sich gehen. Solch eine Vorstellung musste ich bekommen, nach dem ich bei einem Schweineembryo (Textfigur 15 — S. s. — 28 — b) gefunden hatte, dass das mediale Ende der Anlage des harten Gaumens (SGH) sich nach oben (cranialwärts umgebogen hat,

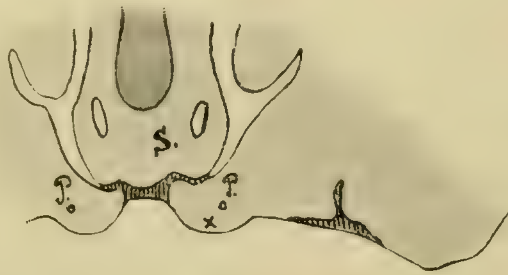


Fig. 15.

und dass dies durch ein verspätetes Wachstum des Septum verursacht war. In diesem Falle konnte ich eine lebhafte Proliferation des Mesenchyms unter der Arter. palat. ant. konstatieren.

Menschliche Embryonen.

Die Serie enthielt folgende Embryonen:

1. ME — 18 mm Sch. St. L. (1421).[1])
2. ME — 20 mm „ „ „ (182).
3. ME — 21 mm „ „ „ (63).
4. ME — 22,5 mm „ „ „ (108).
5. ME — 26 mm „ „ „ (62).
6. ME — 27,5 mm „ „ „ (90).

ME — 18 mm Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Der Oberkiefer überragt den Unterkiefer. Der sekundäre Gaumen ist nur angedeutet. Die Zunge ist noch in der Nasenhöhle unter dem Septum und der Schädelbasis. Der Winkel A

[1]) Die zweite Zahl gibt die Seriennummer in der Sammlung von Prof. F. Keibel an.

ist schon angedeutet. Die Mesenchymzellen des sekundären Gaumens sind ganz regelmässig, aber dichter als an anderen Stellen angeordnet. Die Alveolarfortsätze sind noch recht niedrig.

ME — 20 mm Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Dasselbe Stadium, aber der Winkel A ist mehr ausgeprägt und der sekundäre Gaumen ist etwas in die Länge gewachsen.

ME — 21 mm Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Die Unterlippe ist etwa unter dem Alveolarfortsatze des Oberkiefers gelagert. Die Zungenspitze ist noch unter dem Septum zu sehen. Die Anlage des harten Gaumens (SGH) hat eine Richtung nach innen unten und klemmt die Zunge ein, wodurch dieselbe am Schnitte die Form eines abgeschnittenen

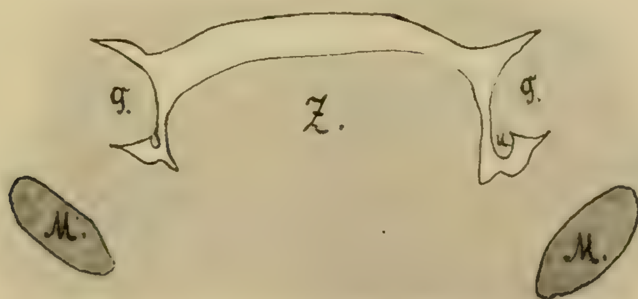


Fig. 16.

Dreiecks mit der Basis nach oben erhält. An der Seitenfläche der Zunge bemerkt man dort, wo das Ende des sekundären Gaumens liegt, eine Grube. Die Anlage des weichen Gaumens (SGW) hat dieselbe Lage, aber weiter dorsalwärts nimmt er eine vertikale Lage an um in die Plicae palato-pharyngeae überzugehen. In dem vorderen Teile der Anlage des harten Gaumens (SGH) finden wir medial vom Winkel A die Arterie und den Nervus palat., die dorsalwärts immer mehr lateral verlaufen und an der Grenze zwischen der Anlage des harten (SGH) und

der des weichen Gaumens (SGW) über der Firste und lateral von ihr mit dem Hauptstamm der Arteria und des Nervus palat. kommunizieren. Am Ende der Anlage des weichen Gaumens (SGW) finden wir (Textfigur 16) die Uvulaanlagen, die noch

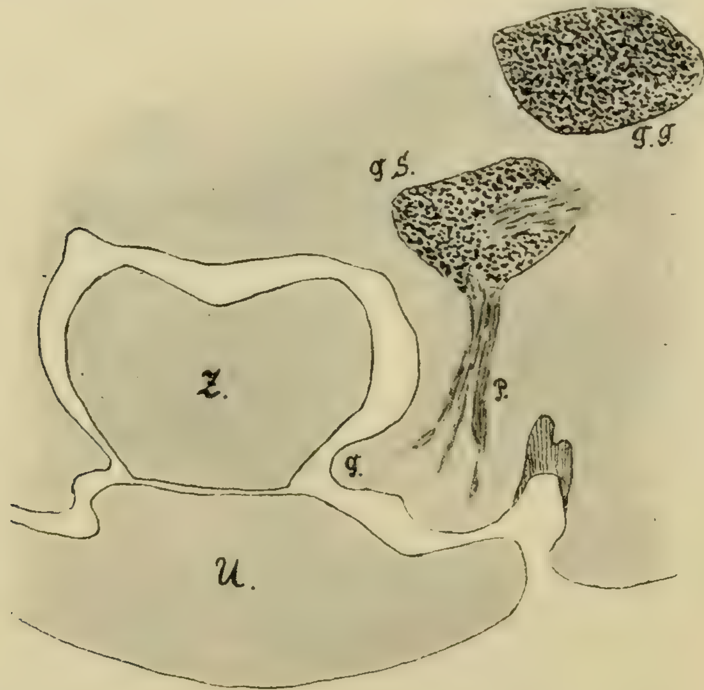


Fig. 17.

nach unten gerichtet sind. Bei diesem Embryo habe ich Verklebungen zwischen dem Epithel des Zungenrückens und dem Epithel der Schädelbasis gefunden, was eine Störung in der Gaumenumlagerung verursachen könnte.

ME — 22,5 mm Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Der Unterkiefer wird nur wenig von der Oberlippe überragt. Das Septum ist in die Länge und Höhe gewachsen. Die Zungenspitze liegt nahe der Alveolarleiste des Oberkiefers. Die beiden Anlagen des harten Gaumens (SGH) haben eine Richtung nach innen unten und klemmen die Zunge zwischen sich ein. Da die Schnitte schräger getroffen sind, so bemerkt man, dass vom Hauptstamm des Nervus palat. ein Nerv beinahe senkrecht,

lateral vom Winkel A, (Textfigur 17), zum medialen Teile des Alveolarfortsatzes abgeht. Der Winkel A ist stark ausgeprägt. Wenn man dieses Stadium mit einem analogen Stadium beim Schweineembryo vergleicht, sieht man, dass bei dem menschlichen Embryo der Alveolarfortsatz viel höher ist, wodurch die Enden der Anlagen des harten Gaumens (SGH) an den Frontalschnitten viel höher zu finden sind, als die Enden der Alveolarfortsätze. Mehr dorsalwärts findet man, dass die Alveolarfortsätze immer niedriger werden, weswegen die Enden der Anlagen des harten Gaumens (SGH) sich relativ auch immer niedriger befinden. Über der Firste des Winkels A bemerken wir eine lebhafte Proliferation des Mesenchyms. Im Gegensatze dazu ist das Wachstum an der medialen (nasalen) Hälfte der Anlage des harten Gaumens (SGH) normal (relativ anhaltend). Weiter dorsalwärts finden wir keine Zahnleiste mehr, aber an ihrer Stelle sehen wir doch dieselbe lebhafte Proliferation des Mesenchyms, was auf ein Höhenwachstum des Oberkiefers an dieser Stelle deutet. Noch mehr dorsalwärts verschwindet auch diese Zone der lebhaften Proliferation des Mesenchyms. Die Anlage des weichen Gaumens (SGW) hat mehr eine Richtung nach innen unten, als in früherem Stadium, was auf eine Abflachung des Winkels A deutet.

ME — 26 mm Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Die Nase ist vorgewachsen. Die Unterlippe ist in einem Niveau mit der Oberlippe zu finden. Die Zungenspitze befindet sich vor dem Alveolarfortsatze des Oberkiefers. Die Nasenhöhle ist stark in die Höhe gewachsen. Die Zunge liegt schon unter dem definitiven Gaumen. Die beiden Anlagen des harten Gaumens (SGH) sind noch nicht verwachsen. Wenn wir hier die Arteria und den Nerv. palat. verfolgen, so können wir konstatieren, dass sie in denselben Beziehungen zum Winkel A (der hier schon ganz flach ist) stehen. Da der Embryo recht

gut fixiert war, zeigt auch das Mesenchym dieselben Eigenschaften, auf welche ich bei der Beschreibung der Schweineembryonen immer aufmerksam gemacht habe. An den beiden

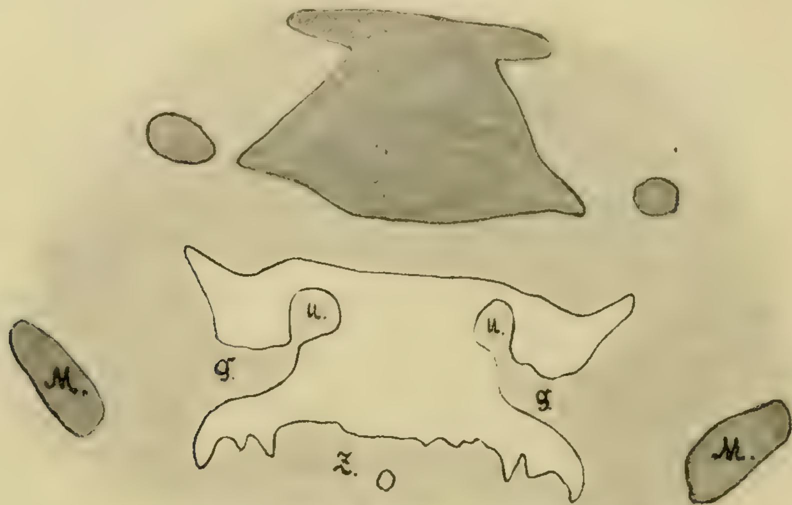


Fig. 18.

Anlagen des weichen Gaumens (SGW) sind bei diesem Embryo die Uvulaanlagen (Textfigur 18) zu sehen.

ME — 27,5 mm Sch.-St.-L. — Frontalschnitte.

Das Stadium ist beinahe identisch dem soeben beschriebenen. Alle Teile sind gewachsen. Da die Schnitte schräger verlaufen, so sehen die Alveolarfortsätze und der sekundäre Gaumen an den Schnitten viel dicker aus, als in dem vorigen Falle. Dabei findet man (Textfigur 19) wieder wie beim Embryo 22,5 mm Sch.-St.-L., dass vom Hauptstamme des Nervus palatinus ein Nerv beinahe senkrecht zum medialen Teile des Oberkiefers lateral vom Winkel A abgeht. Die Anlagen des harten (SGH) und des weichen Gaumens (SGW) sind nirgends verschmolzen, das Mesenchym verhält sich wie im vorigen Stadium.

Nachdem ich meine Präparate beschrieben habe, will ich die Resultate, zu denen ich gekommen bin, besprechen.

1. Während einer bestimmten Periode der Entwickelung findet man bei den menschlichen und den untersuchten Säugetier- (Schwein, Maulwurf, Affe) Embryonen die Anlage des sekundären Gaumens, dabei soll besonders betont werden, dass eben diese Anlage weiter auswächst und mit der Zeit ihre Lage ändert, indem sie an beiden Seiten, zu gleicher Zeit, allmählich die horizontale Richtung annimmt und das Mundhöhlen-



Fig. 19.

dach und den Boden des Nasenrachenganges, resp. den definitiven Gaumen, bildet.

2. Die Gaumenumlagerung ist das Resultat einer Reihe komplizierter Prozesse, die auf dem Prinzipe des ungleichen Wachstums basieren.

3. Ich konnte nirgends einen neuen Höcker an der Stelle des sogenannten primitiven Gaumens finden, wie es Fick meinte.

4. Nach meinen Untersuchungen kann ich nicht die Behauptung von A. Pölzl anerkennen, dass der sekundäre Gaumen an der früheren Stelle bleiben sollte, und dass eine „Umänderung seiner Form stattfinde". Wenn A. Pölzl recht hätte, so müsste folgendes Übergangsstadium existieren: die Zunge ist schon gesunken und der Gaumen fängt an „die Umänderung seiner Form" durchzumachen. Solch ein Stadium konnte uns Pölzl nicht zeigen und ich meine, dass solch ein Übergangsstadium überhaupt nicht existiert.

5. Die Zunge und die Gaumenplatte spielen in dem Prozesse der Umlagerung ganz selbständige Rollen, die normalerweise streng koordiniert sein müssen. His (s. o.) gibt der Zunge eine leitende Rolle, dem Gaumen eine untergeordnete. Die Selbständigkeit (Autonomie) der Gaumenumlagerung wird recht eklatant illustriert: a) durch das Stadium von Cerc. cynom., wo die Zunge noch über dem schon horizontalen Gaumen steht; b) durch die Eigenschaft der Gaumenplatten in einigen Fällen (Nasenaffe, S. s. — 28 — b) über das horizontale Niveau cranialwärts sich umzubiegen; c) durch die Gruben an den Seitenflächen der Zunge, wo der sich hebende sekundäre Gaumen den maximalen Druck ausübt (beispielsweise Textfigur 4).

6. Ich will mit A. Pölzl annehmen, dass die Zunge eine Reihe von Lageveränderungen, die vom Wachstum der Zunge und den topographischen Eigenschaften der Nebenteile abhängen, durchmacht und damit dem sekundären Gaumen die Möglichkeit gibt sein Ziel, resp. die horizontale Lage, zu erreichen.

7. Der sekundäre Gaumen wächst anfangs in der Richtung nach innen und unten. Weiter aber muss zu dieser Richtung der lebendigen Kraft eine neue in Kreisrichtung wirkende Kraft kommen, deren Zentrum nahe an der Stelle des sogenannten primären Gaumens sich befindet. Die letzte Kraft ist das Resultat einer lebhaften Proliferation des Mesenchyms über der Firste

des Winkels A, eines relativ anhaltenden Wachstums des medialen Teiles des sekundären Gaumens und eines Höhenwachstums des Oberkiefers (siehe Textfigur 9). Diese lebhafte Proliferation hält an bis zurzeit der Verwachsung der horizontalen Gaumenplatten. Daraus ist ersichtlich, dass der sekundäre Gaumen die Möglichkeit hat, die horizontale Lage recht lange Zeit auch ohne Stütze beizubehalten. Nach der Verwachsung finden wir, dass beide, resp. der nasale und orale, Teile des definitiven Gaumens ein gleichmässiges Wachstum erkennen lassen (Taf. 1, Fig. 3).

8. Das Sinken und das Längenwachstum der Zunge und die Tendenz des Gaumens sich allmählich emporzurichten (die Abflachung des Winkels A) ermöglichen ein langsames Gleiten zwischen der Seitenfläche der Zunge und der Medialfläche der Gaumenplatten, eine beständige Anpassung aneinander und daneben eine allmähliche Umlagerung eines Teiles nach dem anderen von vorne nach hinten (s. das Übergangstadium S. s. — 27 — b).

9. Die Arteria und der Nerv. palatinus sind sehr gute Anhaltspunkte und bestätigen die von mir ausgesprochenen Thesen.

10. Die von mir aufgefundene, beim ME — 26 mm Sch. St. L. Anomalie ist ein Beweis, dass auch der weiche Gaumen eine beinahe horizontale Lage annimmt, resp. dass eine Abflachung des Winkels A stattfindet. Aus einer Zusammenstellung der Abbildungen (Textfiguren 16 und 18) sehen wir, dass dieselbe Anlage des weichen Gaumens (SGW) mit der Uvalaanlage im ersten Falle nach innen und unten gerichtet ist, die in dem älteren Stadium mit den Uvulaanlagen eine horizontale Lage zeigt.

11. Ich muss die Meinung von A. Pölzl anerkennen, dass die Anlagen der Uvula sich selbständig auf jeder Seite des weichen Gaumens bilden, bevor der weiche Gaumen zusammenklebt. Dafür spricht mein Fall — ME — 26 mm Sch. St. L.

und die öfters vorkommenden Missbildungen des Gaumens, welche als Hemmungsbildungen aufzufassen sind. Wir finden öfters eine Spalte im weichen Gaumen und dabei auch eine Teilung des Zäpfchens. Solche Bildungen können nichts mit einer „gegenseitigen Stauung", wie es His von den Uvulaanlagen meinte (l. c. Seite 384), zu tun haben.

12. Als Übergangsphase sehe ich die von mir beschriebenen Stadien S. s. — 27 b und TE — 12 an. Bei menschlichen Embryonen konnte ich die Übergangsphase nicht auffinden, weil von mir keine Mittelstadien zwischen 22,5 mm Sch. St. L. und 26 mm Sch. St. L. untersucht wurden. Es dürfte grosses Interesse darbieten, gerade diese Mittelstadien zu untersuchen, da wir sie auch bei His und Pölzl nicht finden.

13. Ich bedaure sehr, dass ich die Gelegenheit nicht hatte, die Serien des Hisschen Embryo (Mr) einer neuen Durcharbeitung zu unterziehen. Ich sehe den Embryo (Mr) für eine Anomalie, jedenfalls nicht für eine Übergangsphase der Gaumenumlagerung, an.

Ich halte es für eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Prof. Dr. R. Wiedersheim für die Erlaubnis in dem anatomischen Institute zu arbeiten und Herrn Prof. Dr. F. Keibel für die Überlassung des interessanten Themas und die immer liebenswürdige Unterstützung in meinen embryologischen Arbeiten, meinen besten Dank auszusprechen. Auch den Herren Professor Hubrecht und Professor Dr. E. Fischer spreche ich für die Überlassung ihrer Serien und dem Herrn Assistenten des Institutes Dr. M. Voit für sein herzliches Entgegenkommen und seine stete Bereitwilligkeit, den Arbeitenden im Laboratorium nützlich zu sein, meinen verbindlichsten Dank aus.

Literaturverzeichnis.

1. Dursy, Z., Entwickelungsgeschichte des Kopfes des Menschen etc. Tübingen 1869.
2. Fick, Bemerkungen zur Wolfsrachenbildung. Arch. f. klin. Chir. Bd. 68 S. 299. 1902.
3. Göppert, Die Bedeutung der Zunge für den sek. Gaumen etc. Gegenbaurs Morph. Jahrb. Bd. 31. 1903.
4. — Die Entwickelung des Mundes etc. Hertwigs Handb. d. vergl. u exp. Entwickelungsgesch. 6.—8. Lieferung. 1903.
5. Hertwig, Lehrb. d. Entwickl. d. Menschen etc. Jena 1906.
6. His, W., Anatomie menschl. Embryonen. Bd. 3. 1885.
7. — Beobachtungen zur Geschichte der Nasen- und Gaumenbildung beim menschlichen Embryo. Abhandl. d. med.-phys. Klasse d. k. s. Ges. d. Wissensch. Bd. 27. 1901.
8. Koelliker, Grundr. d. Entwickelungsgeschichte etc. S. 215. 1884.
9. Peter, Bildung d. definit. Gaumens. Hertwigs Handb. d. vergl. u. exp. Entwickl. 4.—5. Lieferung. S. 56. 1902.
10. Pölzl, Z., Entwickelungsgesch. d. menschl. Gaumens. Anat. Hefte. I. Abt. Bd. 27. 1905.

Erklärung zu den Abbildungen.

Alle Abbildungen sind mit einem Zeichenapparate von Leitz schematisch gezeichnet.

A. Art. palatina.
P. Nerv. palatinus.
Z. Zunge.
M. Cart. Meckelii.
G. Sekundärer Gaumen.
GS. Ganglion spheno-palatinum.
GG. Ganglion Gasseri.
O. Nervus opticus.
S. Septum nasi.
U. Unterkiefer.
u. Uvula.
AW. Winkel A.
× Lebhafte Proliferation des Mesenchyms über der Firste des Winkel A.
×× Dieselbe über der Zahnleiste.

Aus dem anatomischen Institut der Universität zu Giessen.

BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKELUNG DER OHRMUSCHEL.

VON

B. HENNEBERG,
GIESSEN.

Mit 40 Figuren auf den Tafeln 2/9.

Bei Untersuchungen über die Gestaltung der äusseren Körperformen beim Rattenembryo zeigte es sich, dass die Entwickelung der Ohrmuschel nur durch ein genaues Studium dicht aufeinanderfolgender Stadien verständlich wird. So wurde aus diesem Kapitel eine kleine Monographie. Selbstverständlich war es nötig, die bisher vorliegenden Schilderungen über die Entwicklung der Ohrmuschel beim Menschen und verschiedenen Säugern — über welch letztere wir übrigens nur sehr spärliche Beobachtungen besitzen — zum Vergleich herbeizuziehen. Da zeigte sich denn, dass über diesen Gegenstand die Ansichten der Autoren in vielen Punkten nicht übereinstimmen. So erwuchs die Notwendigkeit, eine oder die andere Form nachzuuntersuchen. Menschliches Material stand uns leider nicht in ausreichendem Masse zur Verfügung. Von Säugern wurde das Ohr des Schweines, über dessen Formentwickelung Baum und Dobers in ihrer Abhandlung berichten, und das des Kaninchens, das Gradenigo in seiner vorläufigen Mitteilung berücksichtigt, nachgeprüft. Da wir dabei zu genaueren und vielfach zu anderen Resultaten gelangten, als die genannten Forscher, so geben wir unsere Beobachtungen in folgendem wieder, womit wir eine bisher bestehende Lücke auszufüllen hoffen. Auf solche Weise erklärt sich die Zusammensetzung unseres Untersuchungsmaterials.

Die Schwierigkeit des Gegenstandes verlangte, dass jedesmal eine grössere Anzahl von Embryonen untersucht wurde. Da bei

der Schilderung von Einzelstadien eine Übersicht über den Vorgang im Ganzen nicht gewonnen wird, so lassen wir bei jeder Tierform eine zusammenfassende Darstellung des Entwickelungsganges folgen. An den Anfang der Untersuchung jedes Objektes ist eine Beschreibung der Ohrmuschel des erwachsenen Tieres gestellt. Warum dies notwendig war, braucht nicht motiviert zu werden. Nach unseren eigenen Beobachtungen folgen die Auseinandersetzungen mit anderen Autoren. Zum Schluss haben wir die Ergebnisse unserer Untersuchung, von denen wir annehmen, dass sie eine allgemeine Bedeutung für die Ohrmuschelentwickelung haben, noch einmal kurz zusammengestellt.

Auf Herstellung von Figuren aufeinanderfolgender Stadien der Ohrmuschelentwickelung wurde besonderes Gewicht gelegt, da solche bisher fast ganz fehlten. Bei Bezeichnung der Lagebeziehungen (cranial etc.) der einzelnen Teile des äusseren Ohres ergaben sich insofern Schwierigkeiten, als jenes Gebilde bei den untersuchten Objekten nicht genau in den Hauptrichtungen orientiert ist, sondern von diesen abweicht und auch seine Stellung während der Entwickelung ändert. Um die Bezeichnungen nicht zu schwerfällig zu machen, wurde auf jene Abweichungen keine Rücksicht genommen. Ebenso blieb die Stellungsänderung, die das Ohr während seiner Weiterentwickelung durchmacht, unberücksichtigt; es wurde vielmehr ein mittleres Entwickelungsstadium als massgebend für die Lagebezeichnungen angesehen. Die Zeichnung dieses Stadiums wurde so orientiert, dass das craniale Ende des Präparates nach oben gerichtet ist. Die Figuren der jüngeren und älteren Stadien wurden dann derart orientiert, dass sie dieselbe Stellung erhielten wie jenes. Es hat dies den Vorteil, dass man bei Betrachtung der Figuren gleiche Teile bei verschiedenen Stadien schon nach ihrer Lage sofort als solche erkennen kann.

In bezug auf die Nomenklatur sei bemerkt, dass wir unter der Scapha nicht nur die concave Innenfläche des freien Ab-

schnittes der Ohrmuschel, sondern das ganze Gebilde von der Anthelix bis zum freien Rande verstehen, so dass wir von einer Innen- und Aussenfläche, den Rändern und der Spitze der Scapha sprechen. Das beim Embryo zuerst vorhandene scaphaähnliche Gebilde nennen wir primitive Scapha. Durch Hinzukommen anderer Teile wird daraus die definitive Scapha des fertigen Ohres, die einfach als Scapha bezeichnet wird. — Unter Randwulst wollen wir den gewulsteten Rand der Fossa angularis verstanden wissen. Wir schliessen uns Schmidt (S. 9) an, wenn wir beim Tierohr nur den umgekrempelten Rand der Scapha als Helix bezeichnen.

Die Entwickelung der Ohrmuschel bei der Wanderratte (Mus decumanus Pall).

Die Ohrmuschel der ausgewachsenen Ratte.
Fig. R. 20. Taf. 4.

Den auffallendsten, d. h. grössten Abschnitt der Ohrmuschel bildet bei der Ratte die Scapha. Aber auch die Concha, die zum grössten Teil sichtbar zum kleineren verdeckt ist, zeigt eine ziemlich bedeutende Ausdehnung. Die Scapha ist löffelförmig. Durch einen mehr oder weniger ausgebildeten Kiel entsteht ein schmalerer oraler und ein breiterer aboraler Abschnitt. Ihr Rand ist gleichmässig gerundet. Sie zeigt keine Spitze. Bei älteren Tieren können auf der Scapha drei parallele quer zur Längsachse derselben verlaufende Falten auftreten. Die Convexität der letzteren ist nach der Innenfläche der Scapha gerichtet. Die der Basis nächste ist am längsten, die fernste am kürzesten.

An der Basis ihres cranialen Randes trägt die Scapha eine kurze Helix, die aus einer Helix ascendens hervorgeht, von der sie sich durch einen flachen Einschnitt am Rande absetzt. Die Helix weist eine abgerundete, aber deutliche Spitze auf. Ein aus der Concha hervorkommendes Crus helicis ist nicht vorhanden, vielmehr nimmt die Helix ascendens nach aussen, d. h.

oralwärts vom Tragus ihren Ursprung. Von der Helix her etwas proximal von ihrem distalen Ende zieht eine niedrige Leiste, die durch Verdickung des Knorpels entsteht, quer über die orale Partie der Scapha. Oft zeigt diese Leiste, die der gleich zu erwähnenden Crista anthelicis anterior ungefähr parallel läuft, eine knötchenförmige Anschwellung.

Die Incisura intertragica ist tief. Der Tragus setzt sich nach innen in den Muschelgrund noch ein kurzes Stück fort. Der Antitragus geht ohne Grenze in die Scapha über, Tragus und Antitragus werden von dem freien Knorpelrande gebildet.

Die Anthelix trifft man verschieden gut ausgebildet. Stets vorhanden ist eine kurze hinter der Helix hervorkommende Falte und eine mehr oder weniger deutliche Falte, die als Plica antitragica die Fortsetzung des Antitragus bildet. Erstere würde nach Schwalbe eine Crista anthelicis anterior, letztere eine Cr. anth. inferior vorstellen (l. c. p. 123). Öfters sind diese beiden Anthelixabschnitte hauptsächlich durch Verlängerung der Plica antitragica miteinander verbunden. Die Crista anthel. ant. ist auf der Rückseite der Ohrmuschel nicht sichtbar, da die Haut über die enge vom Knorpel gebildete Falte glatt hinwegzieht. Die Crista anthelicis inferior stellt nur eine stärkere Biegung der Ohrmuschel vor.

Eine Trennung der Concha in Cymba und Cavum ist nur angedeutet, und zwar durch den Verlauf des Tragus. Beide zusammen stellen eine annähernd ovale Grube vor. Dieser Teil der Ohrmuschel sitzt fast in ganzer Ausdehnung der seitlichen Kopfoberfläche auf. Bei guter Ausbildung der Anthelix ist eine deutliche Begrenzung der Concha vorhanden. Die Grenze wird von der Anthelix, dem Antitragus, dem Tragus und der Helix ascendens gebildet.

Am ventralen Ende des Cavum geht der äussere Gehörgang ab. Der Porus acust. extern. ist durch eine halbringförmige Falte abgegrenzt. Diese Falte springt dorsal vorn und hinten scharf

hervor, sie fehlt also nur am Boden des Gehörganges d. h. an seiner ventralen Circumferenz. Der äussere Gehörgang wendet sich sofort direkt median- und dorsalwärts, so dass er mit der Fläche des Cavum conchae einen spitzen Winkel bildet. Er ist auf dem Querschnitt ziemlich genau kreisrund und überall fast gleich weit. Dort wo er in den knöchernen Gehörgang übergeht, biegt er scharf nach unten um. Darauf folgt dann das Trommelfell.

Rattenembryo 1. Fig. R 1. Taf. 2.

13 Tage. Grösste Länge 6,5 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 14,3 mm. 39 Urwirbel.

Die Auricularhöcker erscheinen bei der Ratte nicht gleichzeitig. Vielmehr tritt am frühesten der 3. Auricularhöcker in Gestalt einer Ausbuchtung des dorsalen Randes des Mandibularbogens und zwar am cranialen Ende desselben auf. Fast zugleich grenzt sich am Hyoidbogen das Gebiet des 4. von dem des 5. Auricularhöckers durch eine quere Furche ab, die zugleich den Hyoidbogen in ein dickeres und kürzeres craniales und ein schmäleres und längeres caudales Stück zerlegt.

Letzteres gliedert sich alsbald noch einmal durch eine Furche, die wie die erste am ventralen Rande des letztgenannten Bogens eine Einbuchtung erzeugt, wodurch 5. und 6. Auricularhöcker abgegrenzt werden.

Durch eine ähnliche Einkerbung am dorsalen Rande des Mandibularbogens sondert sich endlich der 1. vom 2. Auricularhöcker.

Dieses Stadium stellt Fig. R 1 dar. Der 5. Auricularhöcker ist jetzt der breiteste. Die Einkerbung zwischen dem 5. und 6. Auricularhöcker am ventralen Rande des Hyoidbogens ist deutlich. Dadurch entsteht ein weiterer und tieferer Abschnitt an der ersten Kiemenfurche, der zwischen den Auricularhöcker 1, 2, 5, 6 liegt.

Die erste Kiemenfurche kann jetzt nach His als Fossa angularis bezeichnet werden.

Rattenembryo 2. Fig. R 2. Taf. 2.

13 Tage 12 1/2 Std. Grösste Länge 8,2 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 16,6 mm. 41 Urwirbel.

Der 1. Auricularhöcker tritt jetzt zahnartig hervor und legt sich gegen den ähnlich geformten 6., von dem er nur durch die hier ganz seicht gewordene Kiemenfurche geschieden ist.

Die Einbuchtung zwischen dem 1. und 2. Auricularhöcker ist tiefer geworden. Sie bildet die ventrale Hälfte der bereits beim vorigen Embryo beschriebenen, jetzt rautenförmigen Grube, die wie eine oberflächliche Erweiterung des caudalen Abschnittes der ersten Kiemenfurche erscheint.

Der 2. Auricularhöcker hat eine zapfenförmige Gestalt angenommen und schiebt sich an dem 5. caudalwärts entlang in die eben genannte Grube. Dadurch entsteht in dieser dicht hinter dem 1. und 6. Auricularhöcker eine tiefere sichelförmige Furche und cranial davon ein grösserer flacherer Abschnitt, dessen Boden der 2. Auricularhöcker bildet. Diese Grube wird später zum Cavum conchae, in dem sich der äussere Gehörgang ausbildet.

Die erste Kiemenfurche ist noch überall zu erkennen, doch ist sie ganz seicht geworden.

Rattenembryo 3. Fig. R 3. Taf. 2.

14 Tage. Grösste Länge 8 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 14,4 mm, 50 Urwirbel.

Die Fossa angularis zeigt folgende Veränderungen. Der 1. und 6. Auricularhöcker sind derart miteinander verwachsen, dass sie auch oberflächlich nicht mehr voneinander getrennt sind.

Damit ist das caudale Ende der ersten Kiemenfurche verschwunden. Aus jenen beiden Höckern ist ein breiter Wulst entstanden, der bei der Profilbetrachtung parallele Ränder zeigt. Derselbe begrenzt caudal die Fossa angularis. Dicht hinter ihm liegt die sichelförmige Furche, deren Konvexität ventralwärts gerichtet ist. Sie wird von dem Einschnitt zwischen dem 1. und 2. Auricularhöcker und einem Stück der ersten Kiemenfurche gebildet.

Der 2. ehemalige Auricularhöcker bildet in Gestalt eines rundlichen Wulstes den grössten Teil des Bodens der Fossa angularis. Hügel 3 und 4 sind flach. Sie sind durch das seichte und etwas breiter gewordene craniale Ende der 1. Kiemenfurche voneinander geschieden. Der 5. Auricularhöcker hebt sich mehr über die Oberfläche hervor. Die Einbuchtung caudal von ihm hat die Form eines spitzwinkligen Einschnittes angenommen.

Der 4. und 5. sind miteinander verschmolzen und nur oberflächlich durch eine ganz flache Furche getrennt.

Auf ihnen ist jetzt eine zusammenhängende niedrige Leiste aufgetreten, die sich auch noch in das Wurzelgebiet des 6. Auricularhöckers fortsetzt. Sie liefert später den grössten Teil der Scapha.

Rattenembryo 4. Fig. R 4. Taf. 2.

14 Tage 14 Std. Grösste Länge 9,2 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 14,2 mm, ca. 60 Urwirbel.

Der 4. und 5. Auricularhöcker sind höher geworden und nicht mehr voneinander trennbar. Die leistenartige Erhebung auf ihnen ist derart in sie aufgegangen, dass sie sich als solche nur auf der Dorsalseite heraushebt, während sich auf der Ventralseite eine allmähliche Abflachung nach der Fossa angularis ausgebildet hat. So hat sich ein Gebilde entwickelt, das zusammen mit dem auf der Wurzel des 6. Auricularhöckers liegenden Abschnitt der Leiste durch seine Stellung zur Fossa angularis

bereits an die Scapha des Rattenohres erinnert. Da jenes aber nur einen Teil der definitiven Scapha liefert, so sei es fortan als primitive Scapha bezeichnet. Die primitive Scapha zeigt auf ihrer ventralen Fläche eine Vorwölbung, die aus dem 5. Auricularhöcker hervorgegangen ist. Die dorsale Fläche ist niedrig und steht senkrecht auf der Oberfläche der seitlichen Kopfpartie.

In der Fortsetzung des cranialen Endes der sichelförmigen Furche erstreckt sich eine flachere Furche über die Wurzel des Wulstes hin, der aus dem 2. Auricularhöcker hervorgegangen ist. Dadurch hat die Fossa angularis jetzt die Gestalt eines Hufeisens, dessen Konvexität oralwärts gerichtet ist und dessen Schenkelenden durch die primitive Scapha verbunden werden.

Die Umgebung der Fossa angularis ist flach gewulstet. Dieser Wulst ist entsprechend der Gestalt der Fossa angularis hufeisen- oder u förmig und umrandet diese. Der Kürze wegen sei er von nun an als Randwulst bezeichnet. Sein caudaler Schenkel ist aus dem 6. und 1. Auricularhöcker, seine ventrale convexe Strecke aus dem 1. und dem Wurzelgebiet des 2. Auricularhöckers hervorgegangen. Der 3. Auricularhöcker ist in seinen cranialen Schenkel aufgegangen.

Der Boden der Fossa angularis ist gegen die Umgebung eingesenkt. Er ist flach gewölbt. Wie aus den Angaben bei dem vorhergehenden Embryo hervorgeht, wird er von dem 2. Auricularhöcker gebildet, der noch jetzt durch eine flache Furche, einen Rest der ersten Kiemenfurche von dem 5. Auricularhöcker getrennt ist.

An jedem Schenkelende des hufeisenförmigen Randes der Fossa angularis setzt sich eine vertiefte, dreieckige Strecke an die Grube an. Die caudale (†) entspricht dem Einschnitt am Hyoidbogen zwischen dem 5. und 6. Auricularhöcker. Die craniale (*) liegt im Gebiet des 4. Auricularhöckers, wie der Vergleich mit jüngeren Stadien zeigt.

Rattenembryo 5. Fig. R. 5. Taf. 2.

15 Tage. Grösste Länge 9,6 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 14 mm.

Die primitive Scapha stellt jetzt ein Gebilde vor, das schon deutlicher die Gestalt einer Scapha erkennen lässt. Es zeigt ein deutliche Spitze. Von dieser läuft auf der Ventralseite zur Basis der Scapha der schon beim vorigen Stadium vorhandene Wulst herunter. Er ist bereits flacher geworden.

Rattenembryo 6 (nicht gezeichnet).

15 Tage 13 Stunden. Grösste Länge 10,8 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 16 mm.

Der Boden der Fossa angularis liegt jetzt im Vergleich zu früheren Stadien tiefer, was zum Teil durch die stärkere Ausbildung des Randwulstes bedingt ist. Der bei R. 4 erwähnte zipfelförmige, craniale und caudale Fortsatz der Fossa angularis erscheint jetzt als dicht vor der primitiven Scapha gelegene Einsenkung an dem jene umgebenden Randwulst. Der oralwärts konvexe Abschnitt des Randwulstes ist an seinem Innenrand dadurch, dass sich die sichelförmige Furche vertieft hat, unterminiert.

Rattenembryo 7. Fig. R 7. Taf. 2.

16 Tage. Grösste Länge 12,6 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 18 mm.

Die primitive Scapha ist feiner modelliert, die abgerundete Ohrspitze noch gut erkennbar. Sie ist etwas rostralwärts gerichtet, so dass der Boden der Fossa angularis in seinem hinteren Abschnitt bei reiner Profilstellung des Embryo verdeckt wird. Sie zeigt eine gewölbte äussere und eine ausgehöhlte innere d. h. der Fossa angularis zugewendete Fläche.

Die sichelförmge Furche erstreckt sich fast bis zu dem erwähnten caudalen Einschnitt vor der primitiven Scapha. Hier erweitert sie sich zu einer kleinen tiefen Grube. Cranial erstreckt sie sich bei weitem nicht so weit. Hier bleibt der dem 2. Auricularhöcker entsprechende Boden der Fossa angularis noch in breiter Verbindung mit dem Randwulst.

Rattenembryo 8 (nicht gezeichnet).

16 Tage 12 Std. Grösste Länge 13,4 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 18 mm.

Die primitive Scapha hat an Grösse zugenommen, in craniocaudaler Richtung an Länge. Sie hat sich etwas mehr oralwärts herübergebeugt. Zugleich damit ist die zipfelförmige Fortsetzung der Fossa angularis dicht vor dem cranialen Ende der Scapha grösser geworden. Der Randwulst hat auf solche Weise seine hufeisenförmige Gestalt verloren. Auch die ähnliche Bildung am caudalen Ende tritt deutlich hervor. Es entspricht aber dieselbe keineswegs der künftigen Incisura intertragica. — Die Ohrspitze ist stark abgerundet.

Rattenembryo 9. Fig. R. 9. Taf. 3.

17 Tage. Grösste Länge 15,4 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 20,6 mm.

Die primitive Scapha hat sich oralwärts umgebogen und entzieht dadurch bei Profilbetrachtung einen dorsalen Teil der Fossa angularis dem Blick.

Der Randwulst tritt jetzt nicht mehr so deutlich hervor. Wo sein caudaler Schenkel und der konvexe Teil ineinander übergehen, bildet er einen allerdings etwas abgerundeten rechten Winkel. An dieser Stelle bildet sich später die Incisura intertragica aus. Konvexer Teil und cranialer Schenkel bilden zu-

sammen im Vergleich zu früheren Stadien eine schwächer gebogene Linie.

Die deutlich ausgebildeten, zipfelförmigen Ausbuchtungen (*†) der Fossa angularis erstrecken sich auf den jene umgebenden Randwulst und trennen ihn von der primitiven Scapha, deren freier Rand die dorsale Begrenzung jener zipfelförmigen Buchten bildet. Sie sind dadurch, dass sich die primitive Scapha rostralwärts herübergebogen hat, tiefer geworden. Sie bezeichnen also bereits bei diesen und auch schon bei früheren Stadien die Stelle, wo sich der Rand der primitiven Scapha, wenn sich diese umgeklappt hat, nach vorn wendet.

Verfolgt man die Ausbildung der winkeligen Knickung des Wulstes rückwärts bis zu dem Embryo R. 1, so scheint es, dass sie an der Stelle liegt, wo 1. und 6. Auricularhöcker miteinander verwachsen sind. Da jener Winkel die Anlage der Incisura intertragica vorstellt, würde daraus folgen, dass der Tragus auf den 1., der Antitragus auf den 6. Auricularhöcker zurückzuführen sei. Da aber die Verwachsungsstelle des 1. und 6. Auricularhöckers schon gleich nach dem Eintritt der Vereinigung nicht mehr zu erkennen ist, und der aus diesen Höckern hervorgegangene Teil des Randwulstes mit dem von der Wurzel des 2. Auricularhöckers gebildeten ein Zusammenhängendes vorstellt, so lässt sich die Lage der Incisur in ihrem Verhältnis zum 6. und 1. Auricularhöcker nicht mit Sicherheit feststellen. Damit ist es auch bei der Ratte unmöglich durch Oberflächenuntersuchung nachzuweisen, dass der Antitragus genau aus dem 6., und der Tragus aus dem 1. Auricularhöcker hervorginge. Es wäre sogar möglich, dass an der Bildung des Tragus der 2., an der des Antitragus der 1. Auricularhöcker beteiligt ist. Der Vergleich mit verwandten Formen macht es jedoch sehr wahrscheinlich, dass auch bei der Ratte der Tragus aus dem 1., der Antitragus aus dem 6. Auricularhöcker hervorgeht.

Rattenembryo 10 (nicht gezeichnet).

17 Tage 20 Stunden. Grösste Länge 18,3 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 25 mm.

Das Ohr hat sich etwas mehr geschlossen. Ein Vergleich mit vorhergehenden Stadien zeigt, dass das Ohr besonders in cranio-caudaler Richtung an Ausdehnung zugenommen hat. Damit ist auch die hufeisenförmige Krümmung des Randwulstes geschwunden. Er hat jetzt mehr die Gestalt eines Winkels mit caudalem kurzen und ventralem längeren Schenkel. An der Spitze findet sich die Anlage der Incisura intertragica. — Die Spitze der Scapha ist jetzt verschwunden.

Rattenembryo 11. Fig. R. 11. Taf. 3.

17 Tage 12 Stunden. Grösste Länge 20,8 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 28,8 mm.

Die primitive Scapha hat sich vollständig rostralwärts umgeklappt, hat sich über die Fossa angularis herübergelegt und ist zum Teil mit dem inneren Rande des Randwulstes verwachsen. Da die Verwachsnng nur mit dem Innenrand stattgefunden hat, so ist der Randwulst selbst unbedeckt und sichtbar geblieben. Es tritt nun auch eine epitheliale Verklebung der Innenfläche der primitiven Scapha wie auch der unterminierten Strecke des Randwulstes mit dem Boden der Fossa angularis ein. Der caudale zipfelförmige Einschnitt ist noch erkennbar, nämlich als die Stelle, von wo aus sich die primitive Scapha ventralwärts herüberklappt.

Rattenembryo 12 (nicht gezeichnet).

18 Tage 12 Std. Grösste Länge 24 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 32 mm.

Die primitive Scapha ist mit dem Innensaum des Randwulstes vollständig verwachsen. Der caudale Abschnitt des Rand-

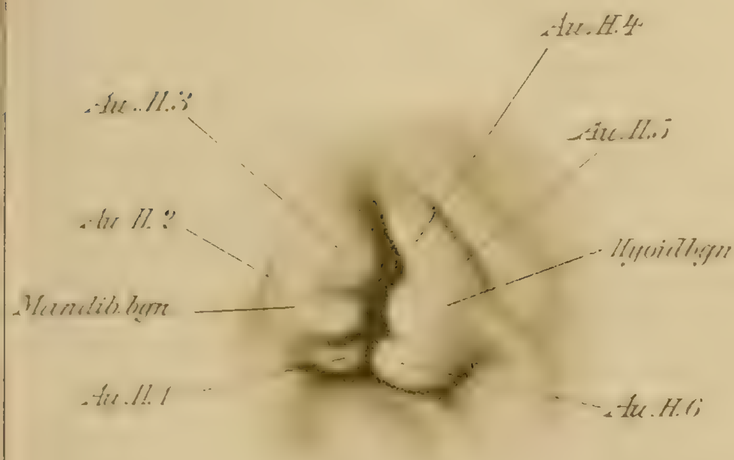


Fig. R. 1 ($\frac{20}{1}$)

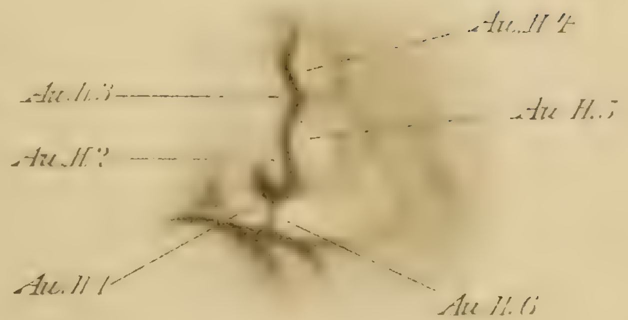


Fig. R. 2 ($\frac{20}{1}$)

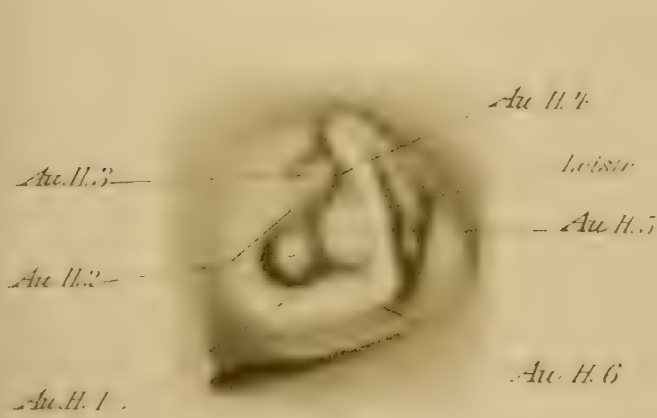


Fig. R. 3 ($\frac{20}{1}$)

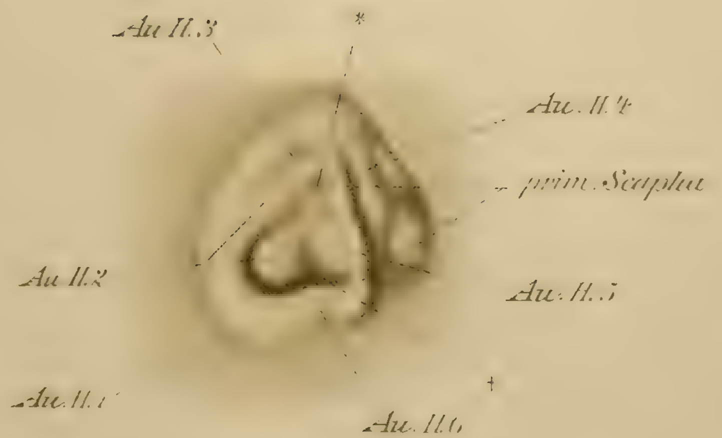


Fig. R. 4 ($\frac{20}{1}$)



Fig. R. 5 ($\frac{20}{1}$)

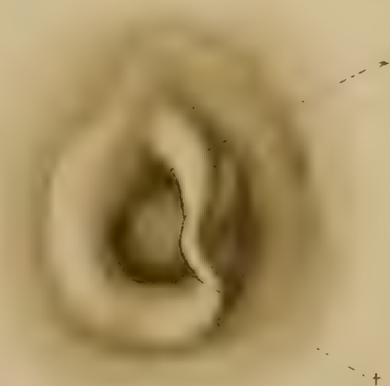


Fig. R. 7 ($\frac{20}{1}$)

Wiesbaden
Kgl. Universitätsdruckerei v. H. Stürtz, Würzburg.

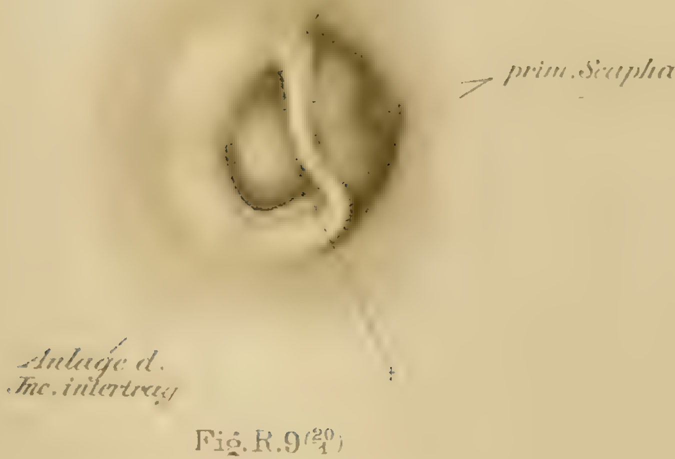


Fig. R. 9 ($\frac{20}{1}$)



Fig. R. 11



Fig. R. 13 ($\frac{40}{1}$)



Fig. R. 14 ($\frac{40}{1}$)

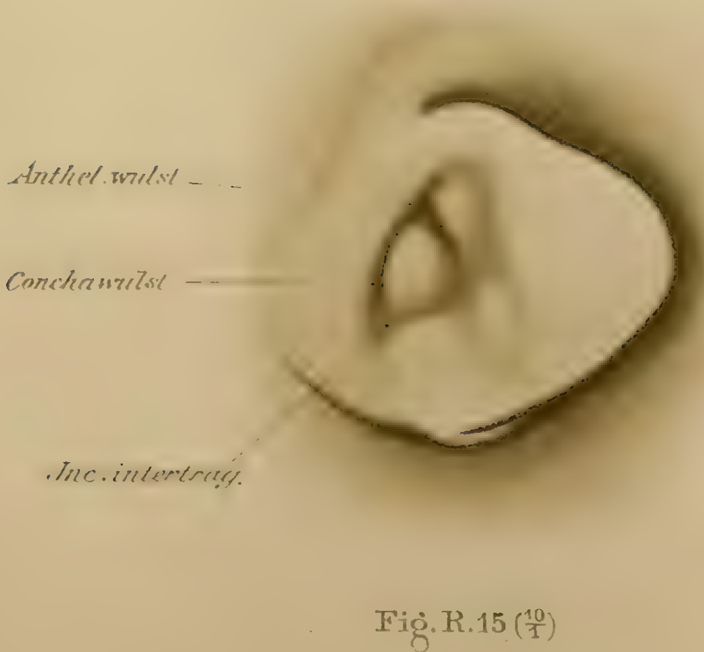


Fig. R. 15 ($\frac{10}{1}$)

wulstes ist von seinem Aussenrande her unterminiert, so dass er sich bereits etwas vom Kopfe abhebt. Man kann sich jetzt schon vorstellen, wie nach dem Aufklappen der primitiven Scapha jener Abschnitt des Randwulstes einen Teil der definitiven Scapha bilden wird.

Rattenembryo 13. Fig. R. 13. Taf. 3.

19 Tage 20 Stunden. Grösste Länge 27,6 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 40,4 mm.

Am dorsalen Rande der primitiven Scapha nahe der Wurzel derselben hat sich eine kleine Einbuchtung ausgebildet.

Ratte 14. Fig. R 14. Taf. 3.

Neugeboren.

Das Ohr zeigt nichts Bemerkenswertes beim Vergleich mit dem Rattenembryo 13. Die kleine Einbuchtung am cranialen Rande der primitiven Scapha ist deutlich ausgeprägt. Die primitive Scapha lässt sich künstlich, ohne dass man die Gewebe zerreisst, nicht zurückklappen, da sie nicht etwa nur an ihrer Peripherie mit dem Randwulst verwachsen ist, sondern eine flächenhafte Verwachsung mit dem Boden der Fossa angularis vorhanden ist. Auf dieselbe Weise ist der ehemals unterminierte Teil des Randwulstes und der äussere Gehörgang geschlossen. So wird also die Ratte mit total verschlossenem Ohr geboren.

Ratte 15. Fig. R. 15. Taf. 3.

3 Tage alt.

Nach $2^1/_2-3^1/_2$ Tagen nach der Geburt — seltener etwas früher oder später — löst sich die Verklebung der primitiven Scapha wieder. Sie steht dann zuerst schräg nach vorn, dann senkrecht zur seitlichen Kopfoberfläche und legt sich im Verlauf eines halben Tages nach hinten. Man überblickt jetzt also wieder Randwulst, Fossa angularis und Innenfläche der primitiven Scapha.

Die Fossa angularis ist nur ganz wenig vertieft, so dass die genannten Gebilde fast in einer Fläche liegen. Sie imponieren. als ein zusammenhängendes Ganzes. Noch aber lassen sich die einzelnen Teile, aus denen es sich zusammensetzt, deutlich voneinander sondern. Sie sollen auch erst einzeln beschrieben werden.

Der Randwulst hat jetzt eine winkelförmige Gestalt. Der Winkel ist etwas kleiner als ein rechter; er ist nach dem Munde gerichtet. Wie schon gesagt, geht aus seiner Spitze später das abgerundete ventrale Ende der Incisura intertragica hervor. Der eine caudal gelegene Schenkel verläuft geradlinig, der andere, der aus dem convexen Abschnitt des Hufeisens und dem cranialen Schenkel desselben hervorgegangen ist, erscheint schwach gebogen. Seine Convexität ist nach dem Auge zu gerichtet. Der erstere ist breiter als der letztere. Der Randwulst geht überall an seinem der Fossa angularis zugewandten Saume ohne eine Spur von Unterminierung in jene über. Die früher vorhandene Unterhöhlung ist zu dieser Zeit noch nicht wieder aufgetreten.

Die Fossa angularis hat die Gestalt eines Dreiecks. Zwei Seiten werden von den Schenkeln des Randwulstes, die dritte von einer Furche, die die primitive Scapha von der Fossa angularis trennt, gebildet. Letztere ist im ganzen flach. Sie wird durch eine schräg verlaufende Furche in ein grösseres ventral und ein kleineres dorsal gelegenes dreieckiges Feld getrennt, die beide flach gewölbt sind. Diese Furche ist also während der Zeit der Bedeckung aufgetreten. Das dorsale Dreieck wird offenbar von dem öfter erwähnten cranialen Zipfel der Fossa angularis gebildet, der, wie gezeigt wurde, auf den 4. Auricularhöcker zurückzuführen ist (vergl. R. 4, R. 7 und R. 9). Aus diesem dorsalen Wulst geht später als wesentlichstes Gebilde die Anthelix hervor; er sei daher als Anthelixwulst bezeichnet. Das ventrale gewölbte Feld zeigt in der nächsten Zeit mancherlei Formveränderungen. Schliesslich geht aus ihm

die Cymba conchae und ein Teil des Cavum conchae hervor. Daher soll es im folgenden Conchawulst genannt werden.

Der Teil der Ohrmuschel, der der primitiven Scapha entspricht, hat ungefähr die Gestalt eines Halbkreises, zeigt also keine Spitze. Er ist proximal durch die bereits erwähnte Furche von der Fossa angularis, und da sich jene auch auf den Randwulst fortsetzt, auch von letzterem getrennt. Die primitive Scapha liefert, wie bei dem nächsten Stadium gezeigt wird, den grössten Teil der definitiven Scapha.

Der äussere Gehörgang zeigt noch kein Lumen. Seine Wände sind noch miteinander verklebt.

Ratte 16. Fig. R. 16. Taf. 4.
6³/₄ Tage alt.

Die Incisura intertragica ist schärfer ausgeprägt, da die epithelialen Verklebungen wieder geschwunden sind. Der Randwulst ist jetzt von innen her unterminiert, am meisten im Umkreis der Incisura intertragica. Aus dem Raum, der sich hier bildet, geht allmählich der ventrale Abschnitt des Cavum conchae hervor, in dem der äussere Gehörgang seinen Anfang nimmt. Das an die primitive Scapha angrenzende Stück des cranialen Abschnittes des Randwulstes, der caudale stark verbreiterte Schenkel desselben und die primitive Scapha sind nicht mehr voneinander zu trennen. Sie stellen zusammen ein Gebilde vor, das der Scapha des ausgebildeten Ohres entspricht. Daher sei es von jetzt an definitive Scapha oder einfach Scapha genannt. Sie ist an ihrem freien Rande abgerundet, zeigt keine Spitze.

Ratte 17. Fig. R. 17. Taf. 4.
12¹/₂ Tag alt.

Der craniale Schenkel des winkelig gebogenen Randwulstes ist jetzt ungefähr in der Mitte seiner Länge durch eine Querfurche, der ersten Anlage des Sulcus anterior s. Incisura tragohelicina, in zwei Abschnitte gesondert. Der die Incisura inter-

tragica begrenzende wird zum Tragus und soll daher von jetzt an als solcher bezeichnet werden; der andere wird zur Helix ascendens und wird in Zukunft demgemäss benannt.

Die Helix ascendens ist stark unterminiert und geht dorsal in den Rand der Scapha über, die hier auf eine kurze Strecke umgekrempt ist und also eine beginnende Helix zeigt. Die Helix entspricht der Strecke am cranialen Rand der primitiven Scapha, die, während diese über die Fossa angularis herübergeklappt war, durch eine kleine Einkerbung gegen den übrigen grösseren Teil dieses Randes abgegrenzt wurde. Der aus dem Randwulst und der von der primitiven Scapha gelieferte Teil der Helix sind noch längere Zeit durch ihre verschiedene Richtung und durch eine oberflächliche Furche von einander getrennt.

Der die Incisura intertragica auf der anderen Seite begrenzende deutlich hervortretende Abschnitt des Randwulstes stellt den Antitragus vor.

Anthelixwulst und Conchawulst erscheinen feiner modelliert. Letzterer sendet einen Fortsatz nach der Gegend des äusseren Gehörganges. Sie stehen nach der Scapha hin noch miteinander in Verbindung. Der Conchawulst ist schmäler geworden; dadurch hat sich zwischen ihm und der Scapha eine Grube ausgebildet, die durch eigenes Wachstum und durch weitere Verkleinerung des Conchawulstes an Grösse zunimmt und das Cavum conchae und einen Teil der Cymba, welch beide ja ineinander übergehen, bildet. Das Cavum conchae erstreckt sich hinter die Incisura intertragica und reicht weiter als diese hinab.

Der Porus acusticus externus ist offen, wird aber durch eine Hautfalte, die sich von der dorsalen Seite über ihn hinweglegt und sich auch an die gegenüberliegende Wand anlegt, ganz oder teilweise bedeckt. Der äussere Gehörgang zeigt ein Lumen. Wenn man seine Wände auseinander zieht, erscheint dasselbe kreisförmig. Für gewöhnlich legen sich seine Wände wohl aneinander.

Ratte 18. Fig. R. 18. Taf. 4.
Fast 14 Tage alt.

Die Incisura tragohelicina ist flacher und breiter geworden. Der Anthelixwulst hat sich zu einer schräg liegenden Leiste verschmälert und kann von nun an als Anthelix bezeichnet werden. Die Furche, die ihn von dem Conchawulst trennt, ist dadurch zu einer länglichen Grube geworden. Diese geht später mit in die Cymba auf. Letztere ist also dorsal durch die Anthelix von der Scapha geschieden. Durch weitere Verkleinerung des Conchawulstes wird Cymba und Cavum conchae vergrössert.

Ratte 19. Fig. R. 19. Taf. 4.
20 Tage alt.

Mit zunehmendem Wachstum hat sich die Scapha gewölbt. Die Helix nähert sich in ihrer Ausbildung der definitiven Gestalt. Sie ist durch einen flachen Einschnitt am freien Rande von der Helix ascendens abgegrenzt. Ein in die Concha hineinziehendes Crus helicis ist nicht zur Ausbildung gekommen, dagegen setzt sich der Tragus ein kurzes Stück zwischen Cymba und Cavum conchae fort und deutet eine Trennung dieser im übrigen ein Zusammenhängendes bildenden Gruben an. Der Conchawulst ist nur noch angedeutet. Durch seine Abflachung und relative Verkleinerung ist also ein Teil des Cavum conchae entstanden. Der andere Teil des Cavum conchae hat sich, wie gezeigt wurde, hinter dem Tragus und Antitragus ausgebildet.

Der Eingang in den äusseren Gehörgang liegt noch ein ganzes Stück weiter ventralwärts als das blinde Ende der Incisura intertragica. Der äussere Gehörgang ist kurz, durchaus offen und hat einen kreisrunden Durchmesser. Bis zum Ansatz an den knöchernen Gehörgang ist er überall gleich weit und verläuft geradlinig und genau medianwärts. Der ventrale Rand des knöchernen Gehörganges tritt stark hervor.

Der Porus acusticus externus ist dorsal von einer gut ausgebildeten, sichelförmigen Hautfalte gegen das Cavum conchae überragt. Es handelt sich hier tatsächlich um eine Hautfalte; mit dem Knorpel hat sie nichts zu tun. Ventral wird dagegen die Öffnung von dem etwas hervorstehenden Knorpel des äusseren Gehörganges begrenzt.

Zusammenfassung.

Die erste Kiemenfurche, die mit dem Auftreten der sechs Auricularhöcker als Fossa angularis bezeichnet wird, erhält am 14. Tage durch Verwachsung des 1. mit dem 6. Auricularhöcker einen in seitlicher Ansicht riegelartig erscheinenden caudalen Abschluss. Während die craniale Strecke der Fossa angularis in der Entwickelung zurückbleibt, gehen an der caudalen alsbald auffallende Veränderungen vor. Schon frühzeitig bildet sich hier eine grubenartige Erweiterung zwischen dem 1. 2. 5. 6. Auricularhöcker aus (R. 1). Den grössten Teil des Bodens desselben bildet der 2. Auricularhöcker, der sich an dem caudalen Rande des 5. entlang hierher geschoben hat. Dieser Abschnitt der Fossa angularis ist der für die Ohrmuschelentwickelung bei weitem wichtigste. Dicht hinter dem genannten Riegel vertieft sich die Fossa angularis zu einer sichelförmigen Furche. Hier ist es, wo später ein Teil des Cavum conchae und der äussere Gehörgang zur Ausbildung gelangt.

Die nächsten bemerkenswerten Veränderungen bestehen in dem Verschwinden des cranialen Endes der Fossa angularis, in dem Auftreten eines Wulstes, der die Fossa angularis umrandet und der der Kürze wegen als Randwulst bezeichnet wird und in dem Erscheinen der Scapha. Da letzteres Gebilde nur einen Teil der definitiven Scapha liefert, wird es primitive Scapha genannt.

Die primitive Scapha entsteht am 15. Tage aus dem 4. und 5. mit einander verschmolzenen Auricularhöckern und erstreckt

sich auch noch in das Wurzelgebiet des 6. Auricularhöckers (R. 4.) Sie ist zuerst leistenförmig, viel niedriger als an ihrer Basis breit, und hat noch keine Ähnlichkeit mit einem muschelförmigen Gebilde, lässt aber durch ihre Stellung zur Fossa angularis bereits die künftige Scapha erkennen (R. 3). Auch kann man bald eine dorsale und ventrale Fläche unterscheiden. Die erstere ist niedrig und steht senkrecht auf der Oberfläche der seitlichen Kopfpartie, letztere ist ausgedehnter und zeigt einen Wulst, der dem 5. Auricularhöcker entspricht (R. 4).

Der Randwulst stellt bei dem 14½ tägigen Embryo einen flachen, hufeisenförmig gekrümmten Wulst vor, der, anschliessend an die primitive Scapha, die Fossa angularis auf den übrigen Seiten umgibt (R. 4).

Der caudale Abschnitt des Randwulstes liegt im Gebiet des 6. Auricularhöckers, was leicht zu verstehen ist, wenn man berücksichtigt, dass der caudale Zipfel dem Einschnitt zwischen 5. und 6. Auricularhöcker entspricht. Der craniale hat sich aus dem 3. Auricularhöcker und im Wurzelgebiet des 2. entwickelt Das zwischen den beiden genannten Abschnitten des Wulstes liegende Stück desselben entstammt dem 1. Auricularhöcker (R. 4).

Die Weiterentwickelung der Fossa angularis bietet lange Zeit wenig Besonderes. Ihr Boden, der zum grössten Teil vom 2. Auricularhöcker geliefert wurde (R. 3), bleibt flach gewölbt. Der kleine craniale Zipfel entstammt in dem 4. Auricularhöcker (R. 4). Die sichelförmige Furche an ihrem konvexen Rande, in der sich der äussere Gehörgang und ein Teil des Cavum conchae ausbildet, nimmt immer mehr an Tiefe zu und unterminiert den Innenrand des Randwulstes (R. 7). Durch Einbeziehung der zipfelförmigen Ausbuchtung an ihrem cranialen Ende nimmt die Fossa angularis später in cranio-caudaler Richtung an Ausdehnung zu (R. 8).

Der Randwulst bleibt auch weiterhin erhalten. Er nimmt bis zum $16^1/_2$ tägigen Embryo (R. 8) an Deutlichkeit zu, von da an ab. An seinem cranialen und caudalen Ende findet sich dicht vor der primitiven Scapha je eine zipfelförmige Fortsetzung der Fossa angularis (R. 4). Der Boden der cranialen wird, wie erwähnt, vom 4. Auricularhöcker gebildet, die caudale entspricht dem Einschnitt am Hyoidbogen zwischen 5. und 6. Auricularhöcker. Die craniale erweitert und vertieft sich allmählich und wird in den Bereich der Fossa angularis mit einbezogen. Dadurch verliert sich die hufeisenförmige Gestalt des Randwulstes. Hierzu trägt weiterhin bei, dass cranialer und ventraler Abschnitt jetzt zusammen eine schwach gebogene Linie bilden, und dass sich dort, wo der caudale Schenkel und das oralwärts konvexe Stück ineinander übergehen, ein abgerundeter, rechter Winkel ausbildet (R. 9). Ein Vergleich mit neugeborenen und älteren Ratten zeigt, dass es sich hier bei dem 17 tägigen Embryo um die erste Andeutung der Incisura intertragica handelt. Wo die Incisura im erhalten zu dem 6. u. 1. Auricularhöcker, aus dem der caudale Abschnitt des Randwulstes hervorgegangen ist, liegt, lässt sich, da jede Spur einer Abgrenzung der genannten Auricularhöcker gegeneinander schon früher verschwunden ist, nicht mit Sicherheit sagen. Daher ist es auch nicht möglich, den Tragus und Antitragus, die die Incisura voneinander trennt, bei der Ratte mit Sicherheit auf bestimmte Auricularhöcker zurückzuführen. Die Oberflächenuntersuchung ergibt jedoch, dass der Tragus allein oder grösstenteils aus dem 1., der Antitragus allein oder doch in der Hauptsache aus dem 6. Auricularhöcker entsteht. Eine Beteiligung des 2. an der Bildung des Tragus und eine solche des 1. Auricularhöckers an der Herstellung des Antitragus kann nach der angewandten Untersuchungsmethode nicht ausgeschlossen werden, ist jedoch, wie der Vergleich mit verwandten Tierformen zeigt, unwahrscheinlich.

Der ventrale und caudale Schenkel des Randwulstes erscheinen vorübergehend von innen her unterminiert. Diese Unterhöhlung beginnt beim 15 ½ tägigen Embryo (R. 6), um dann beim 17 ½ tägigen Embryo (R. 11) dadurch, dass die Unterfläche des Randwulstes mit dem Boden der Fossa angularis verwächst, wieder zu verschwinden.

Wenn sich die primitive Scapha, oralwärts herüberneigt und mit dem Randwulst verwächst (R. 11), so bleibt er trotzdem auch weiterhin sichtbar, da die Verwachsung nur mit seinem Innenrande erfolgt. Bald darauf wird der caudale Abschnitt des Randwulstes von seinem Aussenrande her unterminiert und hebt sich etwas vom Kopfe ab. Nach dem Aufklappen der Scapha, was einige Tage nach der Geburt geschieht, sieht man, dass aus diesem Abschnitt des Randwulstes ein Teil der definitiven Scapha hervorgeht.

Die primitive Scapha wird in ihrer Gestalt allmählich einer einfachen Scapha ähnlich. Es tritt eine Spitze auf (R. 5), die Dorsalfläche wölbt sich, die ventrale höhlt sich aus. Die Spitze besteht nur kurze Zeit, sie rundet sich bald vollständig ab und verschwindet dann (R. 10), um auch nach der Geburt nicht wieder aufzutreten. An der ventralen Fläche ist der zur Spitze verlaufende Wulst, der vom 5. Auricularhöcker gebildet wurde, beim 16 ½ tägigen Embryo (R. 8) noch erkennbar. Die primitive Scapha nimmt an Höhe und an Länge der Basis zu (R. 8 u. 10). Währenddem hat sie sich oralwärts über die Fossa angularis herübergeneigt, so dass sie zuerst ihre dorsale Partie und schliesslich die ganze Fossa angularis dem Blick entzieht (R. 7 bis R. 11). Sie verwächst dann bei dem 18 ½ tägigen Embryo mit der Oberfläche der Fossa angularis und dem inneren Rand des Randwulstes (R. 12). Das Herüberragen der Scapha beginnt an ihrer Basis. Die zipfelförmigen Einschnitte am Randwulst zeigen schon frühzeitig die Stelle an, von wo die Ränder der Scapha sich ventralwärts richten werden. Nach einigen Tagen nach

der Geburt lösen sich die Verwachsungen und die primitive Scapha legt sich nach hinten dem Kopf an (R. 15). Die Zeit, während welcher die primitive Scapha die Fossa angularis bedeckt, beträgt demnach ca. 7 Tage.

Nach Zurückklappen der primitiven Scapha stellt das ganze äussere Ohr ein flaches, nur geringe Niveauverschiedenheiten zeigendes Gebilde vor. Es lassen sich jedoch die bisher beschriebenen Bestandteile auch jetzt noch daran unterscheiden.

Die primitive Scapha ist noch durch eine flache Furche von dem verbreiterten caudalen Abschnitt des Randwulstes getrennt. Sehr bald verschwindet diese, und bei der 6 ¾ tägigen Ratte (R. 16) stellen beide Gebilde ein Zusammenhängendes vor, das als definitive Scapha oder einfach als Scapha bezeichnet wird. Diese ist zuerst flach und liegt dem Kopf an; mit zunehmendem Alter wölbt sie sich, wird löffelförmig und steht vom Kopf ab.

Eine wirklich umgekrempelte Helix bildet sich (R. 17 u. 18) an der Scapha nur auf eine kurze Strecke aus, und zwar am cranialen Rande derselben in der Fortsetzung der Helix ascendens. Es entspricht jene einer kurzen Strecke am cranialen Rande der Scapha, die, während letztere über die Fossa angularis herübergeklappt war, durch eine Einbuchtung sich von dem übrigen, grossen Teil des cranialen Randes absetzte. Da nun dieser Teil der primitiven Scapha, wie dies ohne weiteres einleuchtet, aus dem 4. Auricularhöcker hervorgegangen ist, so kann man sagen, dass die Helix jenem Auricularhöcker ihre Entstehung verdanke.

Diese umgekrempelte, von der primitiven Scapha gelieferte Helix ist zuerst durch die verschiedene Richtung und durch eine flache Furche deutlich, später weniger deutlich von der aus dem Randwulst hervorgegangenen Helix ascendens abgetrennt. Später wird eine Trennung durch einen flachen Einschnitt am

Rande angedeutet. Bei der heranwachsenden Ratte trägt die Helix eine stark abgerundete Spitze.

Der Randwulst ist inzwischen winkelförmig geworden. An der Spitze des Winkels findet sich wie schon gesagt, die Anlage der Incisura intertragica. Die während des Embryonallebens geschwundene Unterhöhlung dieser Partie des Randwulstes ist bei der 6¾tägigen Ratte (R. 16) wieder vorhanden, was zur Bildung des ventralen Abschnittes des Cavum conchae führt. Der caudale Schenkel hat sich stark verbreitert, bildet den Antritragus mit Plica antitragica und geht mit seinem grössten Teil in die Bildung der definitiven Scapha mit auf (R. 16).

Der orale Schenkel, der aus dem ehemaligen ventralen und cranialen Abschnitt des Hufeisens hervorgegangen ist, wird bei der 12½tägigen Ratte (R. 17) durch eine Querfurche (Sulcus anterior = Incisura tragohelicina) in Tragus und Helix ascendens geschieden. Dieser Sulcus verläuft bei etwas älteren Tieren sehr schräg, so dass sich Helix ascendens und Tragus gleichsam aneinander vorbeischieben. Dabei liegt der Tragus mehr nach der Concha zu und setzt sich auch noch in dieselbe ein Stück fort, wodurch er Cymba und Cavum conchae andeutungsweise trennt (R. 19).

Die Incisura intertragica prägt sich allmählich deutlicher aus. Ihre definitive Gestalt hat sie bei der 20tägigen Ratte (R. 19) erreicht. Sie führt in den ventralen Abschnitt des Cavum conchae. Ihr blindes Ende liegt noch ein gut Stück cranial (richtiger jetzt dorsal) von dem Porus acusticus externus.

Es ist nun im Zusammenhang über die Gebilde zu berichten, die aus dem Boden der Fossa angularis hervorgehen. Es sind dies die Anthelix, die Cymba und ein Teil des Cavum conchae.

Die Ausbildung der Anthelix gestaltet sich folgendermassen: Während der Bedeckung der Fossa angularis entsteht eine schräg laufende Furche, die einen kleineren dorsalen, dem 4. Auricular-

höcker entstammenden Bezirk (Anthelixwulst) und einen grösseren ventralen (Conchawulst), voneinander trennt. Beide sind zuerst flach gewölbt (R. 15). Die Furchen, die den Anthelixwulst von der Scapha und dem Conchawulst trennen, werden allmählich tiefer und breiter, der Anthelixwulst wird zu einem leisten artigen Gebilde (R. 18), das die Scapha von der Cymba conchae trennnt (R. 19).

Dadurch, dass der Anthelixwulst sich zur Anthelix umbildet und durch Verschwinden des Conchawulstes bildet sich die Cymba conchae aus, die sich auch oralwärts vergrössert, indem sie sich unter die Helix ascendens ausdehnt. Durch den nach der Concha einbiegenden Tragus wird eine Grenze zwischen Cymba und dem Cavum conchae angedeutet (R. 19).

Das Cavum conchae bildet sich einmal an der Stelle aus, wo der Conchawulst liegt und sodann hinter und ventral von der Incisura intertragica. Der Conchawulst verschwindet allmählich dadurch, dass die ihn begrenzenden Furchen sich verbreitern und dass er sich selbst allmählich abflacht (R. 15 bis R. 19). Die Unterminierung des Tragus und Antitragus und die Vergrösserung des hier entstehendən Raumes ventralwärts liefert den geräumigen, evntralen Abschnitt des Cavum conchae, in den der äussere Gehörgang mündet (R. 15 bis R. 19).

Der äussere Gehörgang ist in den ersten Tagen des extrauterinen Lebens geschlossen. Der Por. acust. ext. liegt weiter ventral als das blinde Ende der Incisura intertragica. Bei 12 1/2 tägigen Ratte (R. 17) wird er offen gefunden, ist aber durch eine wulstige Hautfalte, die sich von seinem dorsalen Rande her über ihn hinweglegt, bedeckt. Diese Falte nimmt allmählich eine bestimmtere Gestalt an, sie wird sichelförmig R. 19). Der knorpelige äussere Gehörgang verläuft zuerst gerade-medianwärts (R. 19), später steigt er dorsalwärts etwas an (erwachsene Ratte).

Übersicht über die Weiterentwickelung der Auricularhöcker bei der Ratte.

Auricularhöcker	In einem früheren Stadium	In einem späteren Stadium
1	Verwächst mit 6 zu einem Riegel. R 3. Teil des ventrocaudalen Abschnittes des Rand-wulsts. R 4.	Tragus. R. 17.
2	Ventraler Abschnitt des Randwulsts. R 4. Boden der Fossa ang. R 3. Späterer Conchawulst. R. 15.	Caudaler Teil der Helix. R. 17. Cymba und Cavum conchae R. 17 u. 19.
3	Cranialer Schenkel des Randwulsts. R. 4.	Helix. R. 17.
4	Teil der primitiven Scapha. R. 4 u. Boden des cranialen Zipfels der Foss. ang. R. 4 = später Anthelixwulst. R. 15.	Teil der definitiven Scapha. R. 15. — Helix. R. 18. — Anthelix. R. 15.
5	Grösster Teil der primitiven Scapha. R. 4.	Grösster Teil der defin. Scapha. R. 15.
6	Verwächst mit 1 zu einem Riegel. R. 3. — Teil des caudalen Schenkels des Randwulstes R. 4. — Im Wurzelgebiet des 6. Au. H.: Teil der primit. Scapha.	Antitragus u. Plica antitragica. R. 17. — Teil der definitiven Scapha. R. 16.

Die Entwickelung der Ohrmuschel beim Kaninchen (Lepus cuniculus).

Die Ohrmuschel des ausgewachsenen Kaninchens. Fig. K 8 und K 8*, Taf. 6.

Die Ohrmuschel des ausgewachsenen Kaninchens stellt ein langgestreckt löffelförmiges Gebilde vor. Sie besteht aus einem proximalen kurzen, röhrenförmigen Abschnitt, der Ohrröhre, die sich in einen distalen, langen, löffelförmigen, die Scapha,

fortsetzt. Die Ohrmuschel wird meist aufrecht, bei einigen Rassen hängend getragen.

Auf die Scapha kommen ungefähr Dreiviertel der Gesamtlänge der Ohrmuschel. Sie zeigt einen in der Längsrichtung verlaufenden abgerundeten Kiel, an dem ein schmalerer oraler Abschnitt in einen breiteren aboralen übergeht. Da sich dieselben etwas gegeneinander legen, entsteht eine lange und schmale Muschelspalte. Diese beginnt proximal mit einer langgestreckten engen Incisura intertragica. Die Spitze der Scapha ist abgerundet. Auf der Aussenseite der aboralen Fläche verläuft eine schwache Längsleiste.

Die proximale Hälfte des oralen Randes spaltet sich scheinbar. Die beiden dadurch entstehenden Lamellen weichen proximalwärts auseinander, wobei sie höher werden und eine langgestreckt kahnförmige Mulde umschliessen. Die eine Lamelle zieht in die Ohrröhre hinein. Sie stellt die Helix und die eigentliche Fortsetzung des oralen Randes vor. Die andere, äussere Lamelle begrenzt mit ihrem proximalen Ende die Incisura intertragica und dokumentiert sich dadurch als Tragus. Die proximal breiter werdende, kahnförmige Mulde zwischen Tragus und Helix entspricht dem Sulcus tragohelicinus des Menschen.

Der aborale Rand der Scapha läuft proximal auf die Aussenfläche der Ohrröhre aus. Ein dem Tragus ähnliches Gebilde tritt im proximalen Drittel auf der Innenfläche der Scapha in der Nähe des aboralen Randes hervor und begrenzt höher werdend die Incisura intertragica von der anderen Seite. Wir haben hier also den Antitragus vor uns, der distal in eine Plica antitragica ausläuft. Tragus und Antitragus bilden den distalen Teil der lateralen Wand der Ohrröhre, in die sie proximalwärts ohne Grenze übergehen.

Blickt man in die Ohrröhre hinein, was am leichtesten gelingt, wenn man die Scapha in der Höhe der Incisura inter-

tragica quer wegschneidet, so sieht man, dass dieselbe zwei grubenartige Räume birgt, einen blind endenden, weniger tiefen cranialen, und einen tiefen caudalen, in dem der äussere Gehörgang seinen Anfang nimmt. Beide Räume sind durch eine stark vortretende Leiste getrennt, die von dem proximalen Ende der Helix, das man als Crus helicis bezeichnen kann, zur medialen Wand der Ohrröhre hinüberzieht. Diese Leiste stellt eine Hautfalte vor, in der ein Muskel liegt. Hiernach ist die cranial gelegene blind endende Grube die Cymba, die mit dem Por. acust. extern., das Cavum conchae. Von der Innenseite des Antitragus läuft eine Leiste (K. 8*†) an der lateralen Wand der Ohrröhre in die Tiefe des Cavum. Eine Anthelix besitzt das Kaninchenohr nicht.

Krauses Beschreibung des äusseren Ohres des Kaninchens bezieht sich fast ganz auf die Knorpel. Aus dem Wenigen, was er über die Ohrmuschel als Ganzes sagt, geht hervor, dass er unser Cavum conchae als Fossa conchae bezeichnet, während er die Höhlung der Scapha als Concha betrachtet. Seine Pars anterior helicis entspricht unserer Helix. Mit Incisura intertragica bezeichnen wir denselben Einschnitt. Das Fehlen einer Anthelix erwähnt Krause ebenfalls.

Kaninchenembryo 1. Fig. K. 1, Taf. 5.
13 Tage. Grösste Länge 6,4 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 12,4 mm.

Der Embryo entspricht in seiner Entwickelung dem Embryo 28 bei Minot und Taylor und dem Stadium X bei Rabl. Jedoch sind die Auricularhöcker bei dem Minotschen Embryo schon etwas weiter entwickelt.

Der Hyoidbogen zeigt in der Seitenansicht die Gestalt eines Dreiecks mit stark abgerundeter, freier Spitze, das mit breiter Basis dem Körper ansitzt. Er ragt stark über die seitliche Körperoberfläche hervor, was besonders bei der Betrachtung des

Embryos von der Dorsalseite auffällt. Mit dem Mandibularbogen liegt er in demselben Niveau. In der Umgebung der ersten Kiemenfurche sind schwache Andeutungen der Auricularhöcker eben erkennbar. Dieser Embryo entspricht dem Rattenembryo 1., doch sind bei letzterem die Auricularhöcker bereits weiter ausgebildet. Der wichtigste Unterschied scheint mir darin zu bestehen, dass beim Kaninchen der zweite Kiemenbogen viel stärker über de Körperoberfläche prominiert als bei der Ratte.

Kaninchenembryo 2. Fig. K 2, Taf. 5.
13 Tage. Grösste Länge 7,6 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 13,6 mm.

Der Embryo entspricht dem Stadium 29 bei Minot-Taylor und dem Stadium XIV bei Rabl.

Infolge des weiter erfolgten Wachstums der beiden ersten Kiemenbögen ragen diese jetzt noch stärker hervor und es liegt jetzt die seichte erste Kiemenfurche am Boden eines Tales, dessen Wände die Auricularhöcker bilden. Diese sind jetzt gut ausgebildet. Sie wölben sich mit einem Teil ihrer Oberfläche in die geschilderte Einsenkung vor dem gegenüberliegenden Hügel entgegen und erzeugen dadurch an der ersten Kiemenfurche drei engere und zwei dazwischen liegende weitere Abschnitte, einen ventralen und einen dorsalen.

Die ventrale, verbreiterte Stelle liegt zwischen Auricularhöcker 1, 2, 5, 6, die dorsale zwischen 2, 3, 4, 5. In der ventralen entwickelt sich das Cavum conchae und der äussere Gehörgang. Zum anderen Teil erstreckt sich jeder Auricularhöcker auf die seitliche Oberfläche seines Kiemenbogens. Der 1. und 6. Auricularhöcker sind in der Profilansicht beide ähnlich, ungefähr zahnförmig gestaltet und sind nur noch durch eine schmale, seichte Strecke der ersten Kiemenfurche voneinander getrennt. Der zweite stösst in ähnlicher Weise gegen

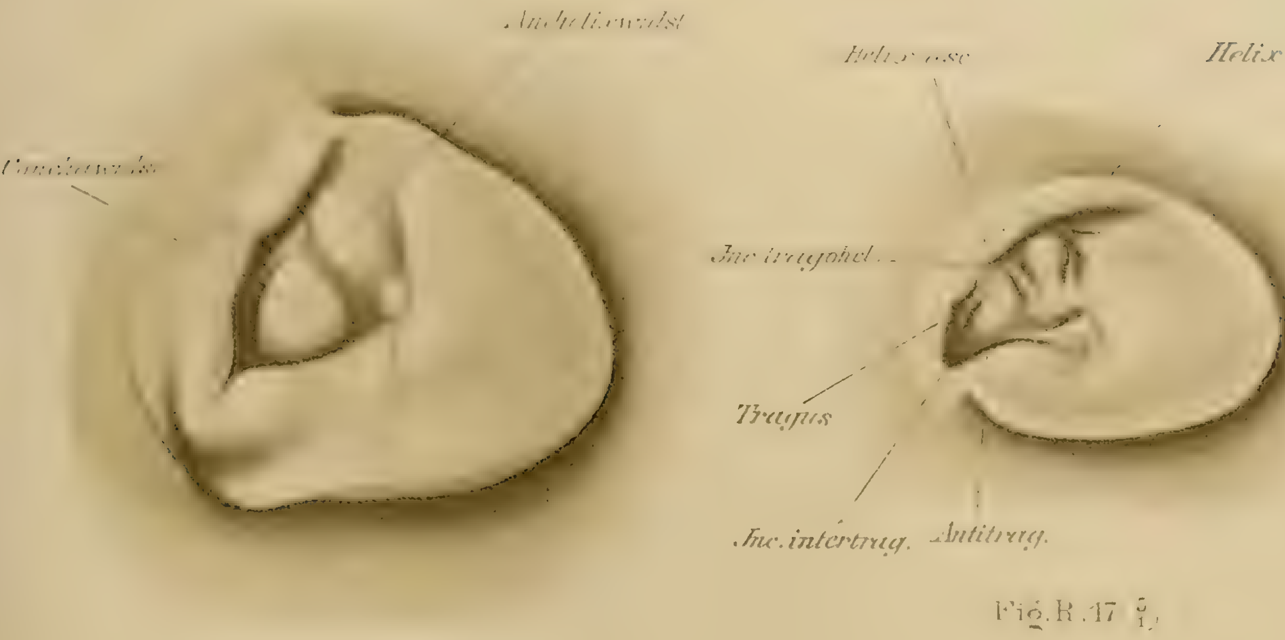


Fig. R. 16 ($\frac{10}{1}$)

Fig. R. 17 ($\frac{5}{1}$)



Fig. R. 18 ($\frac{5}{1}$)

Fig. R. 20 ($\frac{2,5}{1}$)



Fig. R. 19 ($\frac{5}{1}$)

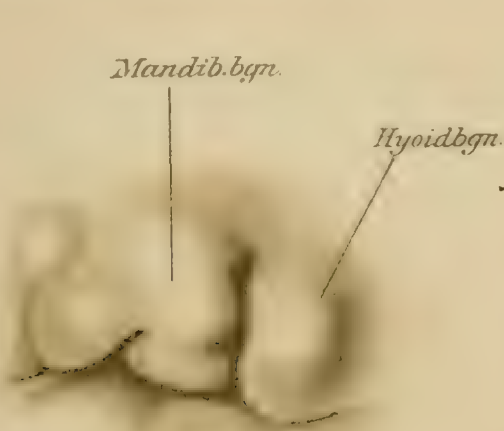


Fig. K 1 (20/1)

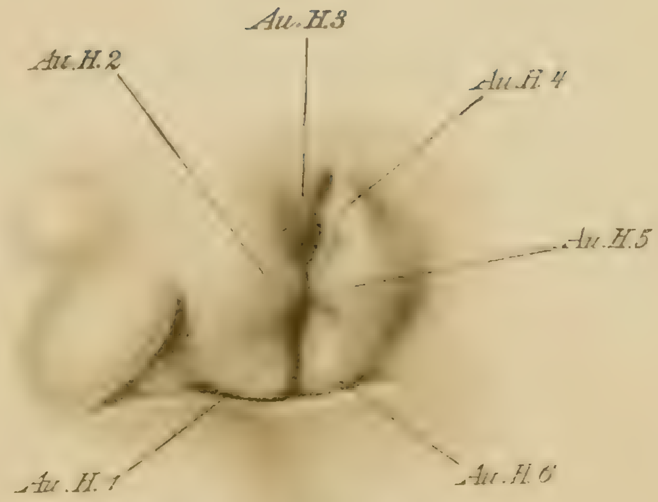


Fig. K.2 (20/1)

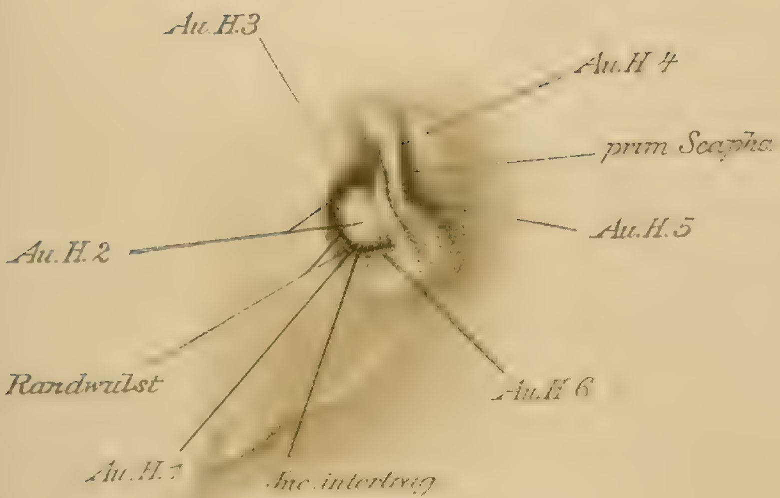


Fig. K.3 (20/1)



Fig. K.4 (20/1)

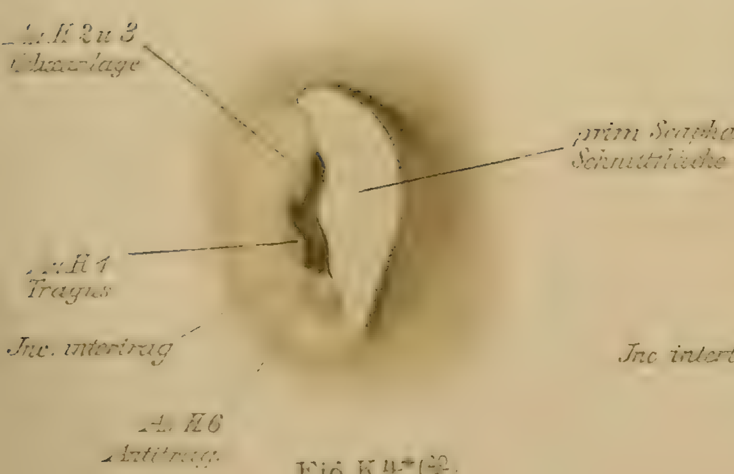


Fig. K.4* (20/1)



Fig. K.5 (20/1)

den fünften. Der dritte ist am schwächsten ausgebildet. Der 4. und 5. Auricularhöcker erstrecken sich bis zur Wurzel des Hyoidbogens, sie nehmen also den grössten Teil der seitlichen Oberfläche desselben ein. Beide sind hier nur durch eine seichte Einsenkung voneinander getrennt. Zusammen bilden beide einen stark abgerundeten First, der von dem dorsalen Ende der ersten Kiemenfurche nach dem Ansatz der vorderen Extremität zu gerichtet ist. Er ragt recht bedeutend über die seitliche Körperoberfläche und über die der ersten Kiemenfurche zugewandte Partie des Mandibularbogens hervor. Dadurch lassen sich an dem 4. und 5. Auricularhöcker eine dorsale und eine ventrale Abdachung unterscheiden. Letztere ist der ersten Kiemenfurche zugewandt. Der First, der sich bald deutlicher ausbildet, wird später zur primitiven Scapha. Die ventrale Abdachung zur Innenfläche (laterale), die dorsale zur Aussenfläche (mediale) derselben.

Die Einsenkung an den einander zugewandten Wänden der beiden Kiemenbögen zwischen dem 1. und 2. Auricularhöcker einerseits und 5. und 6. Auricularhöcker andererseits ist weniger tief als bei der Ratte. Hierdurch und durch die stärkere Ausbildung des 4. und 5. Auricularhöckers unterscheidet sich das Kaninchen von der Ratte. Im übrigen entspricht dieses Stadium ziemlich genau dem Stadium 2 der Ratte.

Kaninchenembryo 3. Fig. K 3, Taf. 5.

14 Tage. Grösste Länge 11,8 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 15,5 mm.

Der Embryo entspricht ungefähr dem Stadium 31 von Minot und Taylor und dem Stadium XVI bei Rabl.

Umwandlung der ersten Kiemenfurche zur Fossa angularis und Auftreten der primitiven Scapha in bereits erkennbarer Form charakterisieren dieses Stadium. Die erste Kiemenfurche ist zwischen dem 1. und 6. und ebenso zwischen dem 3. und 4.

Auricularhöcker vollständig verschwunden. Die oberflächliche Begrenzung der Fossa angularis zeigt die Gestalt eines länglichen Rechteckes, dessen längere Seiten ungefähr in cranio-caudaler Richtung verlaufen. Die kurze caudale Seite ist aus dem 6. Auricularhöcker hervorgegangen. Sie bildet mit der ventralen Seite einen ungefähr rechten Winkel. Dies ist die Stelle, wo 1. und 6. Auricularhöcker miteinander verwachsen sind. Sie entspricht der späteren Incisura intertragica. Die lange ventrale Seite zeigt eine leichte Knickung, wodurch sie in ein kürzeres, caudales und ein längeres craniales Stück zerlegt wird. (Auf der Zeichnung nicht erkennbar.) Ersteres entstammt, wie der Vergleich mit Kaninchen 2 und Zwischenstadien zeigt dem 1. Auricularhöcker. Letzteres liegt im Wurzelgebiet des 2. Auricularhöckers und bildet eine abgerundete Kante, von der aus sich die ventrale Wand der Fossa angularis fast lotrecht herabsenkt. Der die Fossa angularis begrenzende Rand ist schwach gewulstet. Diese Erscheinung entspricht dem Randwulst der Ratte.

Beim Kaninchen ist, nach meinen Präparaten zu urteilen, dieser Wulst bei dem vorliegenden Stadium etwas schwächer ausgebildet als bei jenem Nager, wobei allerdings die Fixierung der Embryonen mitspricht. Durch die Chromsäurefixierung der Rattenembryonen treten alle Niveaudifferenzen übertrieben stark hervor, während sie bei der Formolfixierung die aus gewissen Gründen bei den Kaninchen angewendet war, verringert werden.

Die craniale Seite der Fossa angularis stellt eine weniger scharfe Begrenzung vor. Hier steigt die Wand der Fossa angularis schräg empor. Diese Stelle entspricht dem 3. Auricularhöcker. Die dorsale wird von der Anlage der primitiven Scapha begrenzt. Der Boden der Fossa angularis wird von einem flachgewölbten Oval gebildet, das dem 2. Auricularhöcker entstammt. Cranial und caudal von diesem Gebilde am Boden der Fossa

angularis liegt je eine Einsenkung. Jene ist aus dem erweiterten Abschnitt der ersten Kiemenfurche zwischen 2. 3. 4. und 5. Auricularhöcker hervorgegangen, diese aus dem zwischen 1. 2. 5. und 6. Auricularhöcker. Letztere hat die Gestalt einer sichelförmigen Furche, die den 1. Auricularhöcker und das Wurzelgebiet des 2. unterminiert. Hier bildet sich der äussere Gehörgang aus. Zwischen dem 2. und 5. Auricularhöcker ist ein Rest der ersten Kiemenfurche als feine Linie noch eben erkennbar.

Die primitive Scapha zeigt noch durchaus ihr Hervorgehen aus dem 4. und 5. Auricularhöcker. Beide Hügel sind durch ihre dorsale und ventrale Wölbung noch deutlich zu erkennen. Der beim vorigen Embryo beschriebene First hat sich als ohrmuschelähnliches Gebilde aus den beiden miteinander verbundenen Hügeln herausgehoben. Der dem 5. Auricularhöcker entstammende Abschnitt zeigt eine deutliche etwas abgerundete Spitze. Schon jetzt zeigt die primitive Scapha die Tendenz, sich über die Fossa angularis herüberzulegen. Die ventrale Wölbung des 5. Auricularhöckers zieht als deutlich vortretender Wulst zur Fossa angularis herab, wo er von dem 2. Auricularhöcker durch einen Rest der ersten Kiemenfurche abgegrenzt wird. Der aus dem 4. Auricularhöcker hervorgegangene Abschnitt ist kleiner und niedriger. Die Anlage der Scapha erstreckt sich jetzt auch etwas weiter caudalwärts in das Wurzelgebiet des 6. Auricularhöckers. Man könnte vielleicht sagen, dass somit auch der 6. Auricularhöcker an der Bildung der primitiven Scapha beteiligt sei, da ja wie beim 4. und 5. Auricularhöcker so auch beim 6., sich ein, die erste Kiemenfurche begrenzender Teil nicht nach der lateralen Oberfläche des Hyoidbogens abgrenzen lasse. Ein hier liegender Abschnitt sei durch die an genannter Stelle vorhandene Wölbung repräsentiert und aus dieser gehe der caudale Abschnitt der primitiven Scapha hervor. Direkt widerlegen lässt sich diese Auffassung nicht,

uns ist sie darum weniger sympathisch, weil eine einigermassen isolierte nur mit dem zahnartigen Teil des 6. Auricularhöckers in Verbindung stehende Vorwölbung auf der lateralen Oberfläche des Hyoidbogens beim Kaninchen auch vorübergehend nicht beobachtet werden konnte. Von prinzipieller Bedeutung ist diese Tatsache wohl auch nicht. Geht auch nach unserer Auffassung die primitive Scapha nicht direkt mit aus dem 6. Auricularhöcker hervor, so liegt doch in seinem Gebiet sicher ein Teil des Randwulstes, der sich, wie wir alsbald sehen werden, an der Bildung der definitiven Scapha beteiligt.

Welchem Stadium der Ratte das vorliegende des Kaninchens entspricht, lässt sich, wenn man lediglich das äussere Ohr bei makroscopischer Betrachtung berücksichtigt, nicht genau angeben. Man müsste hier Stadium R. 3 bis R. 6 zum Vergleich heranziehen. Das Kaninchen unterscheidet sich von diesen durch eine stärkere Ausbildung der primitiven Scapha, vierseitige Gestalt der Fossa angularis, die bei der Ratte mehr hufeisenförmig ist, und durch die geringere Ausbildung des Randwulstes.

Kaninchenembryo 4. Fig. K. 4 u. K. 4*, Taf. 5.
16 Tage. Grösste Länge 15,6 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 23 mm.

Der Embryo steht zwischen Nr. 32 und 33 der Minot-Taylorschen Normentafel.

Die primitive Scapha ist stark oralwärts gerichtet und hat sich über die Fossa angularis soweit herübergelegt, dass bei reiner Profilstellung des Embryos letztere nicht mehr zu sehen ist. Die Einbuchtung, die die Grenze zwischen dem Gebiet des 4. und 5. Auricularhöckers anzeigte, ist ganz gering geworden.

Amputiert man die primitive Scapha, (Fig. K. 4*) so sieht man, dass die Fossa angularis jetzt eine trapezförmige Begrenzung hat. Die beiden parallelen Seiten werden von der

Ansatzlinie der primitiven Scapha und von dem ventralen Rande gebildet, die beiden anderen Ränder konvergieren ventralwärts.

Die caudale aus dem 6. Auricularhöcker hervorgegangene Seite wird zum Antitragus. Die ventrale entspricht dem 1. Auricularhöcker. Sie wird zum Tragus. Eine beim vorigen Embryo noch die ventrale Seite mitbildende Strecke, die dem Wurzelgebiet des 2. Auricularhöckers entstammte, ist jetzt in die craniale Seite mitaufgegangen. (Scharfe Grenzen lassen sich hier zwischen den Produkten der Auricularhöcker nicht mehr erkennen. Daher wäre es möglich, dass sich an der Bildung des Tragus auch der 2. Auricularhöcker beteiligt.) Die craniale Seite, die sich aus dem 2. und 3. Auricularhöcker zusammensetzt, entwickelt sich später zur Helix. An ihrem ventralen Ende steht sie mit einem aus der ovalen Erhebung am Boden der Fossa ang. (vergl. K. 3) hervorgegangenen relativ kleiner gewordenen Wulst zusammen, dem künftigen Crus helicis, das also dem 2. Auricularhöcker seinen Ursprung verdankt.

In die Fossa angularis läuft der auf der primitiven Scapha gelegene Wulst hinab, der dem 5. Auricularhöcker entstammt. Der Boden der genannten Grube ist von den stark überragenden ventralen und auch etwas von den unterminierten cranialen und caudalen Rändern bedeckt. Auf solche Weise ist der Ort, wo der äussere Gehörgang seinen Anfang nimmt, dem Anblick entzogen. Der craniale und caudale Schenkel des Randwulstes gehen jetzt dorsalwärts bereits ohne Grenze in die Randpartie der primitiven Scapha über.

Wie man sieht, unterscheidet sich jetzt die Entwickelung des äusseren Ohres beim Kaninchen nicht unwesentlich von der des Rattenohrs. Es ist daher von jetzt an nicht mehr ohne weiteres möglich, hier die entsprechenden Stadien des Rattenohres zum Vergleich herbeizuziehen.

Kaninchenembryo 5. Fig. K. 5, Taf. 5.
18 Tage. Grösste Länge 20 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 28 mm.

Der Embryo entspricht ungefähr dem Stadium 34 bei Minot-Taylor.

Die primitive Scapha bedeckt die Fossa angularis und deren Ränder, doch ist nirgends eine Verwachsung eingetreten. Vielmehr bleibt die Scapha auch jetzt noch soweit von den genannten Rändern entfernt, dass man bei geeigneter Stellung diese übersehen kann. Die primitive Scapha ist in ihrer basalen Hälfte noch sehr dick. Die freie, dünnere Hälfte ist es auch allein, die sich oralwärts über die Fossa angularis herüberlegt; die basale Hälfte steht beinahe quer, nur wenig oralwärts geneigt, vom Kopfe ab. Der freie Rand der Scapha ist abgerundet, die kleine Ausbuchtung am cranialen Rande ist vollständig verschwunden.

Die äussere Begrenzung der Fossa angularis hat sich insofern verändert, als der ventrale und craniale Rand jetzt unter einem so stumpfen Winkel aneinanderstossen, dass sie fast eine Linie mit einer kleinen Ausbuchtung bilden. Dadurch ist aus dem Trapez ein langgestrecktes Dreieck geworden mit einem sehr spitzen cranialen Winkel, einer langen ventralen und ebensolchen dorsalen, und mit einer kurzen caudalen Seite.

Von dem Boden der Fossa angularis ist kaum etwas zu sehen, auch wenn man die herüberragende Scapha wegschneidet. Einmal wölbt sich nämlich die primitive Scapha stark in die Fossa angularis vor. Sodann wird letztere durch den herüberragenden Randwulst verdeckt, der im Lauf der Entwickelung zuerst unterminiert wurde und dann über die Fossa angularis herübergewachsen ist; dadurch ist ein röhrenförmiges Gebilde entstanden. Man kann von jetzt an dasselbe als Ohrröhre bezeichnen. Sie ist gleichsam infolge eines seitlichen Druckes

komprimiert und man kann daher von einer medialen und lateralen Wand der Röhre reden. Erst wenn man die laterale Wand, die aus dem Randwulst hervorgegangen ist, spaltet, kann man die mediale überblicken, die flach gewölbt erscheint. Man gewinnt so den Eindruck, dass die mediale Wand der Ohrröhre den proximalen Abschnitt der primitiven Scapha vorstellt und somit dieselbe Herkunft hat wie letztere.

Kaninchenembryo 6. Fig. K. 6, Taf. 6.
21 Tage. Grösste Länge 39 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 47,5 mm. (Bei Minot-Taylor nicht mehr dargestellt.)

Dieses Stadium wurde ausgewählt, weil bei ihm die primitive Scapha sich zurückschlägt und sich mit ihrer Aussenfläche dem Kopf anlegt. Bei demselben Tier kann die Scapha des einen Ohres noch nach vorn, die des anderen bereits rückwärts gerichtet sein. In letzterem Falle ist die Aussenfläche der lateralen Wand der Ohrröhre direkt zu überblicken. Sie hebt sich deutlich aus der seitlichen Oberfläche des Kopfes heraus. Ihre Eingangsöffnung wie überhaupt ihr ganzes Lumen ist durch Verwachsung ihrer Wände geschlossen.

Die laterale Wand lässt an ihrem freien Rande noch die ursprünglichen drei Abschnitte des Randwulstes unterscheiden. Der craniale und caudale verschmälern sich stark nach der Scapha hin und gehen in die Randpartie derselben über. An dieser Stelle sind beide stark unterminiert. Der ventrale Abschnitt des ehemaligen Randwulstes ist bei weitem der kürzeste. Von dem caudalen ist er durch eine kurze schmale Incisura intertragica, die ihn rechtwinkelig begrenzt, getrennt. Über den cranialen Abschnitt hat er sich gleichsam herübergeschoben.

Die primitive Scapha ist in jeder Richtung bedeutend gewachsen. Sie ist länger, als sie an der Basis breit ist. Man kann einen cranialen Rand, der etwas gebogen ist, einen caudalen

geraden Rand und eine sehr stark abgerundete Spitze unterscheiden; sie ist im ganzen flach. Die Fläche der Scapha, die bei zurückgerichteter Scapha genau lateralwärts gerichtet ist, soll von jetzt an als Innenfläche bezeichnet werden.

Der in den cranialen Rand der primitiven Scapha übergehende craniale Abschnitt des Randwulstes ist jetzt sofort als Anlage der Helix zu erkennen.

Die Innenfläche der primitiven Scapha zeigt drei parallele in ihrer Längsrichtung verlaufende flache Wülste. Der am meisten caudal (×) gelegene ist am schwächsten ausgebildet. Er geht aus dem caudalen Abschnitt des Randwulstes hervor. Die beiden anderen sind so breit, dass sie fast die ganze Fläche der primitiven Scapha einnehmen. Der craniale (*) ist wahrscheinlich auf den 4. Auricularhöcker zurückzuführen; die Entstehung des mittleren (†) aus dem 5. Auricularhöcker lässt sich mit Sicherheit nachweisen.

Dieses System von Längswülsten ist auch auf der Aussenfläche der Scapha angedeutet.

Kaninchen 7. Fig. K 7, Taf. 6.
Neugeboren.

Die Scapha ist sehr bedeutend in die Länge gewachsen. Von den Längswülsten ist nur noch der craniale erkennbar. Die Helix und der distale Teil des Antitragus, der zur Plica antitragica wird, gehen bereits derart in die Scapha über, dass sie als Teile derselben erscheinen. Die Scapha zeigt somit ihre definitive Zusammensetzung. Mit ihrem proximalen Ende geht sie in die Ohrröhre und zwar in deren mediale Wand über, welch letztere nach der ganzen Entwickelung ungezwungen ebenfalls auf den 4. und 5. Auricularhöcker zurückzuführen ist.

Die Gestalt der Ohrröhre ist noch dieselbe. Laterale und mediale Wand sind am Eingang noch fest epithelial verwachsen mehr in der Tiefe ist die Verwachsung lockerer, zuweilen ist sie schon geschwunden. Der freie Rand der lateralen Röhren-

wand ist auch jetzt noch deutlich dreiteilig, entsprechend den drei Abschnitten des Randwulstes, aus dem diese laterale Röhrenwand hervorgegangen ist. Der craniale kann jetzt bereits als Helix, der caudale als Antitragus bezeichnet werden. Ersterer hat sich also im Gebiet des 2. und 3. Auricularhöckers entwickelt, letzterer verdankt seinen Ursprung dem 6. Auricularhöcker (vergl. K. 3 und 4). Ganz schwach angedeutet ist in Gestalt eines flachen Wulstes eine an der Innenfläche der Ohrröhre von dem Incisurrande des Antitragus nach dem Por. acust. ext. herablaufende Crista antitragica. Der ehemalige ventrale Abschnitt des Randwulstes dokumentiert sich durch seine Lagebeziehung als Tragus. Wie man sich erinnern wird, ist er aus dem 1. und zum Teil vielleicht aus dem Wurzelgebiet des 2. Auricularhöckers hervorgegangen (vergl. K. 3 und 4). Zusammen mit dem Antitragus begrenzt er die Incisura intertragica. Mit seinem anderen Ende legt er sich über die Helix herüber. Er verdeckt dadurch den proximalen Teil derselben. Es gelingt, indem man die epitheliale Verwachsung löst und die laterale Röhrenwand spaltet, die Helix weiter zu verfolgen. Man sieht dann, wie sie sich als eine wenig vorspringende Leiste an der Innenfläche der lateralen Röhrenwand in gerader Richtung fortsetzt, um schliesslich in eine Falte überzugehen, die bogenförmig an die mediale Wand hinüberzieht. Damit dokumentiert sich dieses Stück als Crus helicis. Dieses und die genannte Falte deutet eine Trennung des Innenraumes der Röhre in die mehr cranial gelegene, blind endende Cymba und in das caudal gelegene, tiefere Cavum conchae, in dessen Ende die Öffnung des äusseren Gehörganges liegt, an. Die genannten beiden Räume sind jetzt noch durchaus spaltförmig, erst später nehmen sie an Ausdehnung zu und werden röhrenförmig.

Dort, wo sich die Incisura intertragica gegen die mediale Wand der Röhre legt, findet sich an dieser eine scharfe Leiste. Es macht dies den Eindruck, als ob diese und die Incisura sich

gegenseitig in ihrer Gestalt beeinflussten, da die Leiste sich genau zwischen die Ränder der Incisura legt. Sie läuft bis in die Tiefe des Cavum conchae. Beim ausgewachsenen Kaninchen fehlt diese Leiste, sie scheint also nur vorübergehend zu bestehen.

Das Lumen des äusseren Gehörganges ist spaltförmig. Die Wände sind nicht miteinander verklebt.

Weiterentwickelung der Ohrmuschel nach der Geburt.

Zugleich mit dem Längerwerden der Ohrmuschel tritt eine relative Verschmälerung ein. Später erscheint dadurch, dass eine Kielung eintritt, das ganze Gebilde noch schmäler. Frühzeitig schwinden die epithelialen Verwachsungen und die vorher flache Ohrröhre nimmt eine wirklich röhrenförmige Gestalt an. Streckung und relative Verschmälerung der Helix und gleiche Vorgänge am Antitragus vollenden das Bild der fertigen Ohrmuschel.

Zusammenfassung.

Bei dem 13 tägigen Kaninchenembryo (K. 2) sind die 6 Auricularhöcker gut ausgebildet. Am stärksten ragt der 5. Auricularhöcker hervor. Infolge der starken Ausbildung der Auricularhöcker liegt die erste Kiemenfurche am Boden eines Tales, dessen Wände die Auricularhöcker bilden. Die sich ziemlich genau gegenüberliegenden Hügel wölben sich gegeneinander vor, wodurch an der Oberfläche der ersten Kiemenfurche drei engere und dazwischen zwei weitere Abschnitte entstehen. In dem caudal gelegenen der beiden letzteren, der zugleich der tiefere ist, bildet sich später der äussere Gehörgang und das Cavum conchae.

Der 1. Auricularhöcker hat sich bei dem 14 tägigen Embryo (K. 3) mit dem 6. vereinigt, wodurch die Fossa angularis abge-

schlossen wird, und der 3. mit dem 4. Auricularhöcker. Die erste Kiemenfurche schwindet schon jetzt an dieser Stelle vollständig, erst später zwischen dem 2. und 5. Auricularhöcker. Die Fossa angularis wird hiermit vierseitig, dann trapezförmig mit parallelem ventralen und dorsalen Rande (K. 4 = 16 Tage) dann dreiseitig (K. 5 = 18 Tage), wobei aber ehemaliger ventraler und cranialer Rand noch unterscheidbar bleiben. Bei K. 3 (14 Tage) wird die caudale Seite von dem 6. Auricularhöcker gebildet, die ventrale von dem 1. und dem Wurzelgebiet des 2. Auricularhöckers. Sie wird bald unterhöhlt. Cranial ist die Begrenzung weniger scharf, sie wird vom 3. Auricularhöcker geliefert. Die dorsale wird von der in der Entwickelung begriffenen primitiven Scapha gebildet. Der Boden der Fossa angularis stellt ein flach gewölbtes Oval vor, das dem 2. Auricularhöcker entstammt. Hieraus geht später das Crus helicis hervor.

Später (K. 4 = 16 Tage) wulsten sich die Ränder. So entsteht ein flacher Randwulst, der die Fossa angularis, abgesehen von der dorsalen Seite, umgibt. Der dem 2. Auricularhöcker entstammende Teil des Randwulstes ist in den cranialen Schenkel desselben übergegangen (K. 4). Unterminierung und Auswachsen des Randwulstes führt zur vollständigen Bedeckung des Bodens der Fossa angularis. Die aus dem Randwulst hervorgegangenen Gebilde werden zur lateralen Wand der seitlich stark komprimierten Ohrröhre (K. 5 = 18 Tage).

Die aus den drei Abschnitten des Randwulstes hervorgegangenen Teile der lateralen Röhrenwand bleiben während der ganzen Entwickelung gut unterscheidbar.

Aus dem cranialen Abschnitt (2. und 3. Auricularhöcker) geht die Helix, aus dem centralen (1. Auricularhöcker) der Tragus, aus dem caudalen (6. Auricularhöcker) der Antitragus hervor (K. 4 = 16 Tage und K. 7 = neugeboren).

Die Stelle der Incisura intertragica ist also bereits frühzeitig festgelegt, nämlich dort, wo ventraler und caudaler Rand

(1. und 6. Auricularhöcker) der Fossa angularis zusammenstossen (K. 3 = 14 Tage).

Der Eingang sowie die Wände der Ohrröhre verwachsen miteinander (K. 6 = 21 Tage). Später löst sich die Verwachsung zuerst in der Tiefe. Der Eingang bleibt länger geschlossen (K. 7 = neugeb.). Durch Fortsetzung der Helix in die Ohrröhre als Crus helicis und durch eine an die mediale Wand hinüberziehende Falte wird in jener die Cymba von dem Cavum conchae getrennt (K. 7 = neugeb.).

Die Scapha geht aus der primitiven Scapha hervor. Letztere entsteht durch Vereinigung des 4. und 5. Auricularhöckers. Den Hauptanteil des daraus hervorgehenden Wulstes, auf dem sich ein First ausbildet, liefert der 5. Auricularhöcker (K. 3 = 14 Tage). Durch Auswachsen dieses Gebildes entsteht die primitive Scapha, die bereits frühzeitig die Tendenz zeigt, sich über die Fossa angularis herüberzulegen. Sie bedeckt letztere bis zum 21. Tage (K. 6), dann wendet sie sich nach hinten, ohne also mit der Fossa angularis oder deren Umrandung verwachsen gewesen zu sein. Auf ihrer Innenfläche laufen zeitweise drei Wülste in der Längsrichtung der Scapha entlang. Der mittlere ist aus dem 5., der craniale sehr wahrscheinlich aus dem 4. Auricularhöcker hervorgegangen. Der caudale und der mittlere verschwinden noch vor der Geburt, der andere später ebenfalls.

Übersicht über die Weiterentwickelung der Auricularhöcker beim Kaninchen.

Auricularhöcker	In einem früheren Stadium	In einem späteren Stadium
1	Verwächst mit Auricularhöcker 6, bildet den ventrocaudalen Schenkel des Randwulstes. K 3.	Tragus. K. 4 und Teil der lateralen Wand der Ohrröhre. K. 5 und K 7.

Auricular-höcker	In einem früheren Stadium	In einem späteren Stadium
2	Teil des ventralen Abschnittes des Randwulstes. Wulst am Boden der Fossa ang. K. 3.	Teil der Helix. K. 4. Teil der lateralen Wand der Ohrröhre. K. 5 und K. 7. Crus Helicis. K 4.
3	Cranialer Schenkel des Randwulstes. K. 3.	Helix. K. 4, K. 7. Teil der lateralen Wand der Ohrröhre. K. 5 u. K. 7.
4	Teil der primitiven Scapha. K. 2.	Teil der definitiven Scapha. K. 7. Teil der medialen Wand der Ohrröhre. K. 5 und K. 7.
5	Teil der primitiven Scapha. K. 2.	Teil der definitiven Scapha. K. 7. Teil der medialen Wand der Ohrröhre. K. 5 u. K. 7.
6	Verwächst mit Auricularhöcker 1 und bildet den caudalen Schenkel des Randwulstes. K. 3. Im Wurzelgebiet des 6. Auricularhöckers: Teil der primitiven Scapha. K. 3.	Antitragus mit Plica antitragica. K. 4 u. K. 7. Teil der lateralen Wand der Ohrröhre. K. 5 und K. 7.

Die Entwickelung der Ohrmuschel beim Schwein (Sus scrofa domesticus).

Die Ohrmuschel des erwachsenen Schweines. Fig. S. 11, 11* u. 11**. Taf. 9.

Beim Schwein finden sich je nach der Rasse aufrechtstehende oder hängende Ohren. Diese Verschiedenheit betrifft aber lediglich die Haltung der Scapha, während die im Grunde der Ohrmuschel gelegenen Gebilde in allem wesentlichen bei den verschiedenen Formen übereinstimmen. Wir legen unserer Schilderung das aufrechtstehende Ohr eines veredelten deutschen Landschweines zugrunde.

Die Scapha prävaliert an Grösse ganz ausserordentlich über die Concha. Sie hat die Gestalt einer dreiseitigen über die

Innenfläche (lateralen Fläche) eingerollten Platte, deren Basis in den Muschelgrund übergeht. [Die laterale Fläche kann aus diesem Grunde als Innenfläche bezeichnet werden, wie dies ja auch allgemeiner Sprachgebrauch ist.] Der orale und aborale Rand vereinigen sich an der abgerundeten Spitze. Ungefähr die proximale Hälfte der oralen Randpartie ist nach innen umgekrempt und bildet auf solche Weise eine Helix. Hierdurch und durch die erwähnte Wölbung der Scapha wird dieselbe dütenförmig und es wird auf solche Weise eine Art Eingang in die Düte hergestellt.

Auf der Innenfläche der Scapha ziehen in der Längsrichtung derselben drei Leisten entlang, die nach ihrer Lage als craniale, mittlere und caudale Plica auricularis longitudinalis bezeichnet werden. Blickt man direkt auf die laterale Fläche der Scapha, so wird der grösste Teil der cranialen Plica und die proximalen Enden der beiden anderen Plicae durch die Helix verdeckt. Diese Teile werden jedoch in ganzer Ausdehnung sichtbar, sobald man von der Scaphaspitze her in die Ohrdüte hineinblickt. Am aboralen Rande findet sich auf die Spitze folgend ein flacher Ausschnitt, am proximalen Ende desselben Randes eine ohrlappenähnliche Bildung, der Lobulus auriculae. Die Aussenfläche der Scapha bietet nichts Besonderes.

Bei der Schilderung der Einzelheiten am Muschelgrund kann man zweckmässig von der Helix ausgehen. Verfolgt man dieselbe proximalwärts, so bemerkt man, dass sie mit zwei Wurzeln zu entspringen scheint. Die eine verläuft in der Richtung des Helixrandes. Sie stellt nach unserer Auffassung die Spina helicis vor, die durch einen rinnenförmigen Abschnitt des Sulcus tragohelicinus von dem Tragus abgegrenzt ist. Sie tritt als isoliertes Gebilde äusserlich ebensowenig hervor, wie z. B. beim Menschen. Nach der anderen Seite wird der Tragus durch die kleine, aber gut erkennbare Incis. intertr. von dem Antitragus getrennt. Letzterer ist, wie hier gleich bemerkt werden

soll, ein kleiner, rundlicher Hügel, von dem sich eine niedrige Plica antitragica (s. Crista anthelicis inferior) auf die Scapha erstreckt. Die andere Fortsetzung der Helix, die allein das Crus helicis darstellt, wendet sich nach dem Muschelgrund, biegt dann in fast rechtem Winkel um und läuft, indem sie sich nach dem Schädel hinwendet, nach dem Por. ac. ext., den sie an seiner medialen Seite begrenzt.

Mit diesem Ende des Crus helicis verbindet sich äusserlich der Tragus, der sich von der Incis. intertragica in Gestalt eines gekrümmten Wulstes bis hierher erstreckt.

Zwischen Tragus, Crus und Spina hel. findet sich eine Einsenkung, die zusammen mit dem bereits erwähnten Abschnitt des Sulcus tragohelicinus dem gleichnamigen Gebilde des Menschen entspricht.

Der Raum, der einerseits ohne scharfe Grenze in den Meatus acust. ext. übergeht, andererseits in die tiefe Mulde zwischen Crus hel. und Scapha, ist das Cavum conchae. Dort wo das Crus hel., wie erwähnt, im rechten Winkel umbiegt, geht ein Wulst von ungefähr gleicher Ausbildung in der Richtung nach der mittleren Plica von ihm ab. Hierin erblicken wir das Crus anthelicis inferius. Die tiefe, rinnenförmige Mulde zwischen Crus hel., Crus anthel. inf. und Scapha, die um das caudale Ende des Crus hel. herum in das Cavum conchae übergeht, entspricht der Cymba conchae.

Die craniale Plica aur. long. geht an der Wurzel der Scapha mit ihrem proximalen Ende in einen stark vorspringenden quergestellten Wulst über, der sich schnell verjüngend bis zu dem proximalen Ende der caudalen Plica erstreckt. Der stark ausgebildete Abschnitt stellt das Crus anthelicis superius vor, der sich verjüngende, der übrigens verschieden stark angetroffen wird, den Stamm der Anthelix (Plica anthel. Schwalbe S. 123). Sie trennt die Concha von der Scapha. Die Grube zwischen dem

Crus ant. sup. und dem vorher beschriebenen Crus ant. inf. ist die Fossa triangularis. Es ist darauf hinzuweisen, dass beide Crura nicht miteinander zusammenhängen, so dass die Fossa triangularis durch eine Furche mit der Cymba kommuniziert. Diese Furche trennt auch das Crus ant. inf. von der mittleren Plica long. Die caudale Plica aur. long. läuft, sich verjüngend, quer durch die Cymba bis in den Winkel zwischen Crus anth. inf. und Crus helicis.

In dieser Schilderung des Schweineohres weichen wir in manchen Einzelheiten von der Darstellung der Veterinäranatomen ab. Warum wir dies tun, ergibt sich aus der folgenden Wieder gabe der Entwickelung des Schweineohres. Zum Schluss werden wir auf die strittigen Punkte näher eingehen und unseren Standpunkt anderen Autoren gegenüber zu rechtfertigen suchen.

Schweineembryo 1. Fig. S. 1. Taf. 7.

Grösste Länge 12,4 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 21 mm.

Der Embryo entspricht ungefähr dem Embryo Nr. 21 der Keibelschen Normentafel und dem Stadium IV bei Rabl.

Die Reihe der Schweineembryonen, die hier geschildert werden sollen, beginnt mit einem Embryo, bei dem die sechs Auricularhöcker bereits vollständig ausgebildet sind. Ein jüngeres Stadium zu berücksichtigen erwies sich, nachdem diese Verhältnisse bei der Ratte und den Kaninchen eingehend dargestellt sind, nicht als notwendig. Die hyoidalen Höcker sind im ganzen stärker ausgebildet als die mandibularen. Die ersteren erstrecken sich deutlich auf die seitliche Oberfläche des Hyoidbogens. Der 5. ist der grösste. Er ist durch einen scharfen Einschnitt von dem 6. abgegrenzt. Der 6. ist durch eine senkrecht zur 1. Kiemenfurche verlaufende Furche in zwei Abschnitte geteilt.

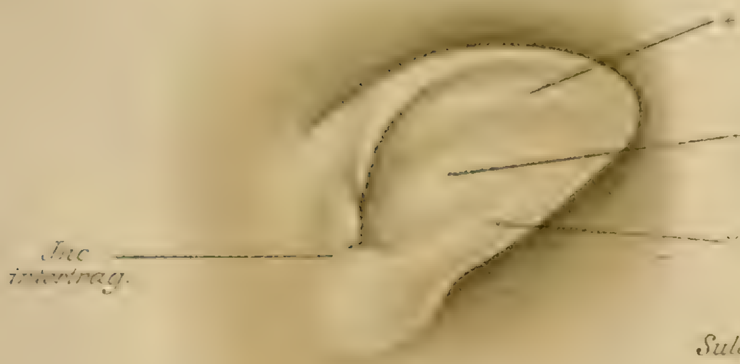


Fig. K 6 (4/1)

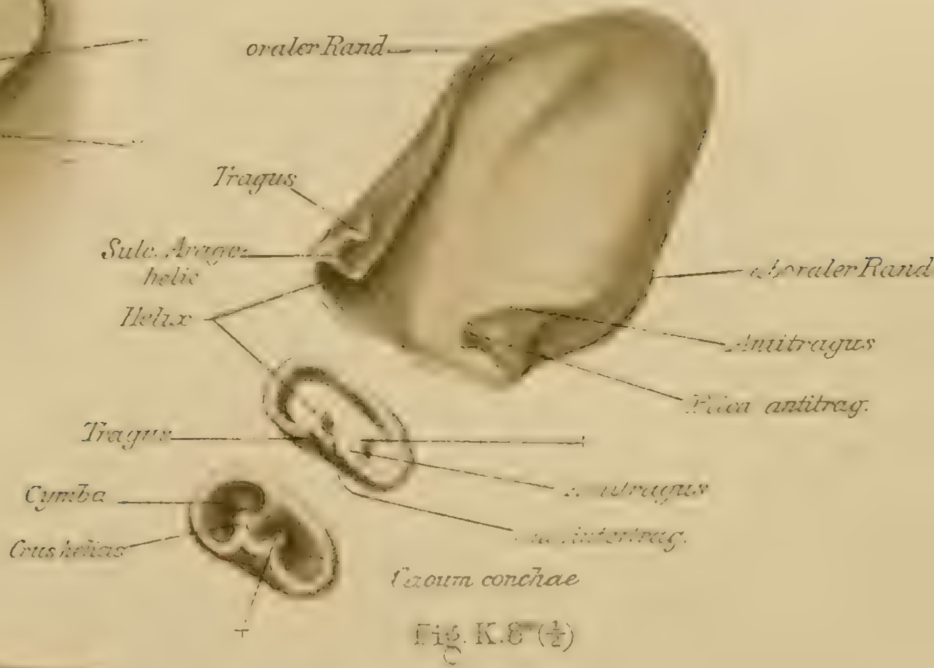


Fig. K.8* (1/2)

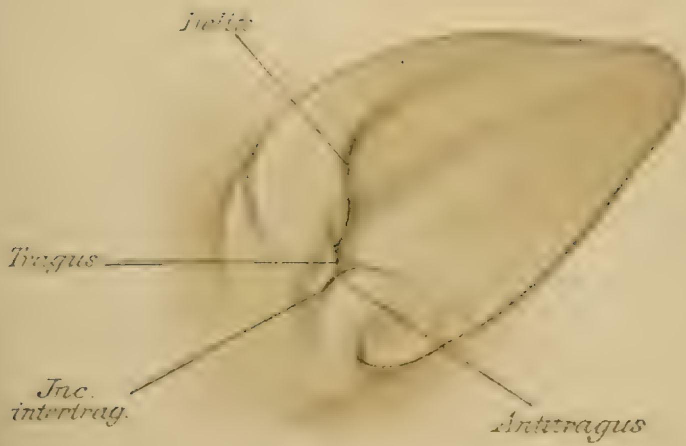


Fig. K.7 (2.5/1)

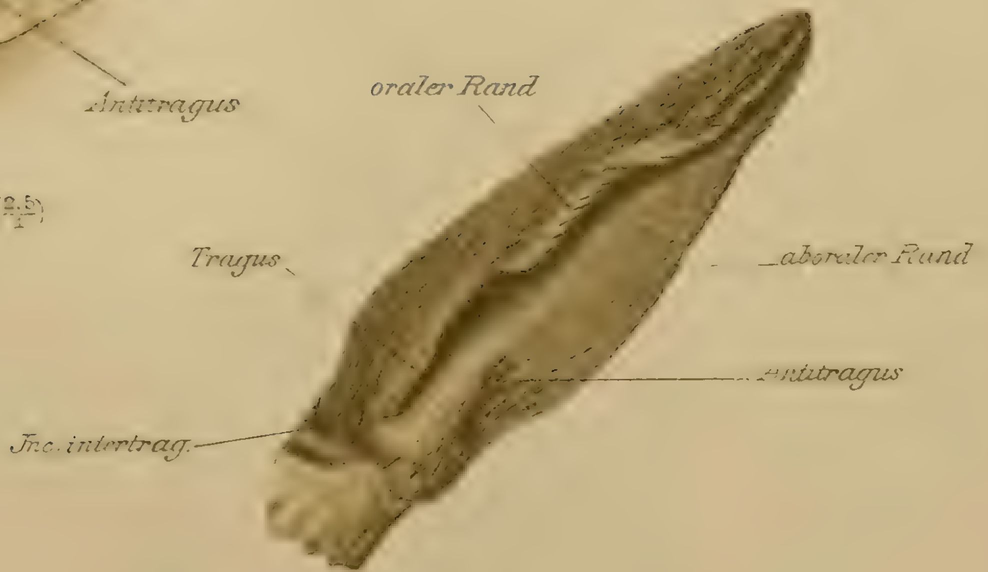


Fig. K.8 (1/2)

Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden
Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, W

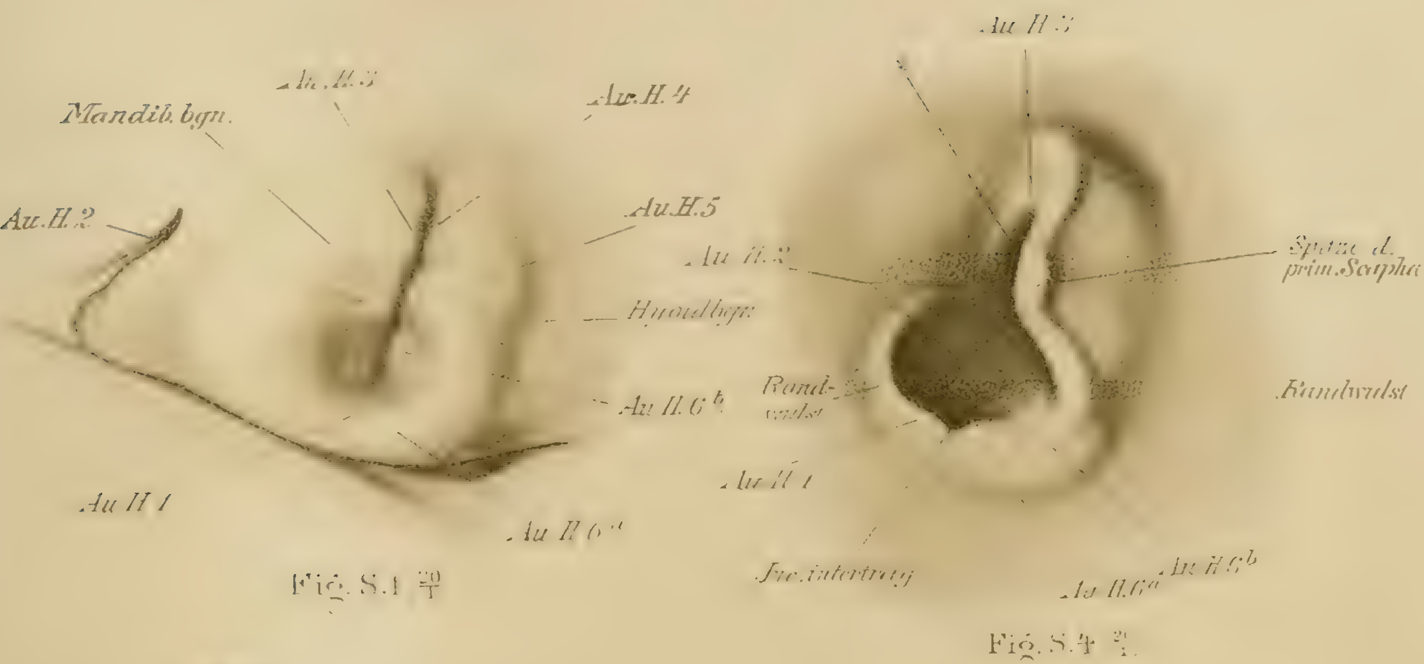


Fig. S.1 $\frac{20}{1}$

Fig. S.4 $\frac{20}{1}$



Fig. S.2 $\frac{20}{1}$

Fig. S.5 $\frac{20}{1}$

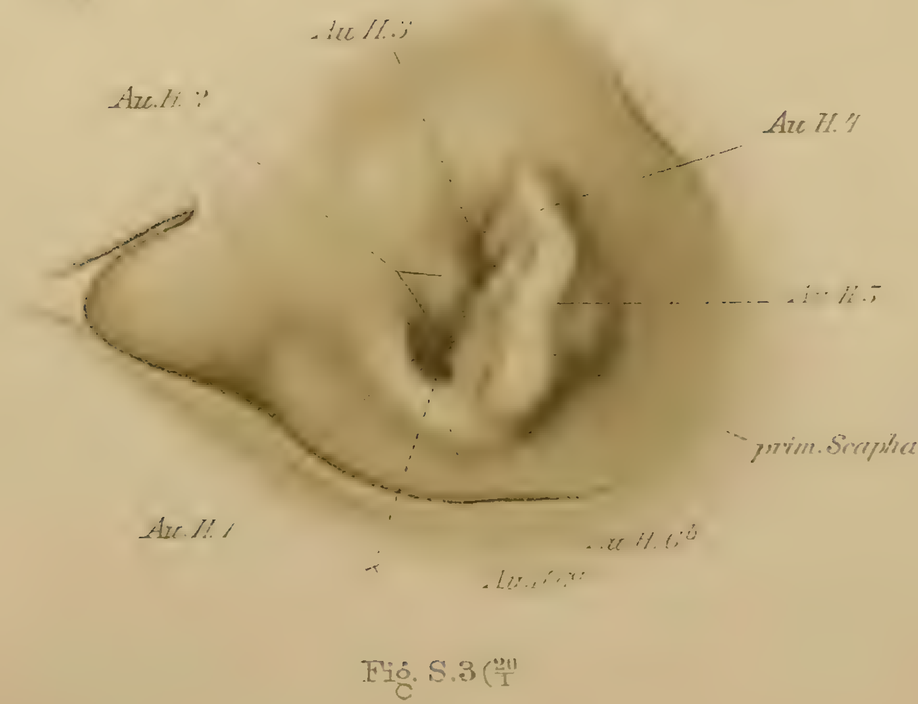


Fig. S.3 ($\frac{20}{1}$

Der caudale[1]), 6a, ist bereits mit dem 1. Auricularhöcker verwachsen und ist von ihm nur ganz oberflächlich durch die hier ganz seichte Kiemenfurche gesondert; der craniale rundliche, 6b, liegt der Mulde zwischen 1. und 2. Auricularhöcker gegenüber. Diese Mulde am Rande des Mandibularbogens ist recht deutlich. Von den übrigen Auricularhöckern ist weiter nichts Besonderes zu bemerken. Deutlich zu erkennen sind sie alle. Die erste Kiemenfurche verläuft fast ganz geradlinig. Die drei Paare der Auricularhöcker liegen einander gegenüber. So entstehen drei engere und zwei weitere Abschnitte an der ersten Kiemenfurche.

Schweineembryo 2. Fig. S. 2. Taf. 7.
Grösste Länge 14,4 mm, Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 21 mm.

Der Embryo entspricht dem Embryo No. 24 der Keibelschen Normentafel und dem Stadium V bei Rabl.

Die Fortschritte gegen den vorhergehenden sind gering. Der Teil, der aus der Verwachsung des 1. Auricularhöckers und eines Teiles des 6. hervorgegangen ist und wie ein Querriegel die Fossa angularis caudal begrenzt, hat sich verbreitert. Die Vereinigungsstelle ist nicht mehr erkennbar, doch lässt sie sich noch ziemlich genau konstruieren. Der cranial auf ihn folgende weitere Abschnitt der Fossa angularis hat noch mehr an Ausdehnung zugenommen. Seine tiefste Stelle liegt dicht hinter dem Riegel. Der Auricularhöcker 6b hilft als schräg sich in die Tiefe senkende Fläche den genannten erweiterten Abschnitt begrenzen. Als erste Andeutung der primitiven Scapha zieht ein niedriger Kamm auf dem 4., 5. und der Wurzel des Auricularhöckers 6b entlang. Am deutlichsten ist er auf dem 5. Auricularhöcker.

1) Richtiger wäre bei diesem Stadium die Bezeichnung „ventral.“ Später liegt dieser Teil mehr caudal, daher schon jetzt die letztere Bezeichnung gebraucht wird. Dasselbe gilt natürlich für dorsal u. s. w. Vergl. Einleitung.

Schweineembryo 3. Fig. S. 3. Taf. 7.

Grösste Länge 17,6 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 24,4 mm.

Der Embryo entspricht dem Embryo Nr. 26 der Keibelschen Normentafel und dem Stadium VI. bei Rabl.

Die Fossa angularis ist weiter und relativ flacher geworden; in ihrer Gestalt ist sie so kompliziert, dass auf die Abbildung verwiesen werden muss. Sie besitzt zwei Einsenkungen: eine grössere und tiefere, caudale und eine kleinere, flache, craniale. Die erstere ist aus der erweiterten Stelle der ersten Kiemenfurche zwischen den Auricularhöckern 1, 2, 5, 6, die letztere aus der zwischen den Auricularhöckern 2, 3, 4, 5 entstanden. In dieser Gegend findet sich später die Fossa triangularis.

Die tiefste Stelle des caudalen Abschnittes liegt dicht hinter dem beim vorigen Embryo beschriebenen Riegel. Sie ist dreieckig. Hier kommt Cavum conchae und äusserer Gehörgang zur Ausbildung. Der Boden des caudalen Abschnittes wird von zwei sich vom Rande abwärts senkenden Flächen gebildet. Die vom ventralen Rande herkommende stellt den 2. Auricularhöcker vor, die vom dorsalen Rand ausgehende, die zugleich mehr caudal liegt, bildet der Auricularhöcker 6b. Die primitive Scapha ist, wenn auch noch niedrig, so doch bereits vollkommen deutlich ausgeprägt. Auch im Wurzelgebiet von Auricularhöcker 6b hat sie sich jetzt stärker entwickelt. Entsprechend dem 5. Auricularhöcker läuft auf ihrer ventralen Fläche ein starker Wulst zur Fossa angularis hinab bis gegen den eben beschriebenen 2. Auricularhöcker. Diese beiden Gebilde sind es, die in Gestalt eines querlaufenden Wulstes die Fossa angularis in die genannten beiden Abschnitte teilen. Ihre Grenze gegeneinander ist noch durch einen flachen Rest der ersten Kiemenfurche angedeutet. Die Stelle (×), wo der Auricularhöcker 1 und 6a miteinander verwachsen sind, ist nicht mehr zu erkennen. Der

Vergleich mit jüngeren Stadien zeigt, dass sie in der Gegend des ventralen Randes des Auricularhöckers 6b liegt.

Schweineembryo 4. Fig. S. 4. Taf. 7.
Grösste Länge 20,4 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 24,8 mm.

Der Embryo steht zwischen den Embryonen Nr. 28 und 29 der Keibelschen Normentafel.

Im Vergleich zum vorhergehenden Embryo sind die Veränderungen recht bedeutende.

Die Gestalt der Fossa angularis ist jetzt deutlich hufeisenförmig. Die Schenkelenden werden durch die primitive Scapha verbunden. Der grösste Teil des konvexen Randes ist schwach gewulstet, so dass man jetzt von einem Randwulst sprechen kann.

Der caudale Schenkel des Randwulstes ist aus dem Auricularhöcker 6a hervorgegangen, die Konvexität aus dem 1. und 2. der craniale Schenkel aus dem 2. und 3. Auricularhöcker.

Der Boden der Fossa angularis liegt ziemlich tief; er ist fast plan. Der beim vorigen Embryo beschriebene caudale Abschnitt der Fossa angularis prävaliert an Grösse jetzt ganz bedeutend vor dem cranialen. Der Boden des ersteren ist aus dem 2. Auricularhöcker hervorgegangen, wie der Vergleich mit den vorhergehenden Stadien lehrt. Die aus dem Auricularhöcker 6b hervorgegangene Fläche senkt sich ziemlich steil zum Boden der Fossa angularis hinab, so dass sie jetzt mehr einen Teil der Wand als den Boden der genannten Grube bildet.

Die ventrale Strecke des Randwulstes ist stark unterminiert. Hier gelangt man zur Anlage des Por. acust. exern. Cranial von dieser Stelle senkt sich der Rand allmählich zum Boden der Fossa angularis hinab. Hier zeigt sich also noch der Zusamenhang des 2. Auricularhöckers mit seinem Wurzelgebiet am Mandibularbogen. Der beim vorhergehenden Embryo beschriebene kleinere craniale Abschnitt(*) der Fossa angularis, der also

einen erweiterten oberflächlichen Rest der ersten Kiemenfurche vorstellt, erscheint wie ein zipfelförmiger Fortsatz des geschilderten grösseren Teiles der Fossa angularis.

Der caudale Schenkel des Randwulstes ist flach und verbreitert und geht dorsal ohne Grenze in die primitive Scapha über. Ventral ist dieser Abschnitt des Randwulstes gegen den unterminierten durch fast rechtwinkelige Knickung abgesetzt. Dieselbe liegt, wie sich beim Vergleich mit den vorhergehenden Stadien einigermassen sicher feststellen lässt, an der Vereinigungsstelle vom Auricularhöcker 1 mit 6a. Wir haben hier die Anlage der Incisura intertragica vor uns.

Die primitive Scapha erscheint, wenn man gerade auf ihren freien Rand sieht, zickzackförmig geknickt. Dass diese Erscheinung so auffällig ist, dazu tragen zwei auf ihrer Innenfläche, d. h. der Fläche, die später beim fertigen Ohr zur Innenfläche der Ohrdüte wird, herablaufende Wülste bei. Der eine derselben war schon beim vorigen Embryo deutlich. Er entstammt dem 5. Auricularhöcker, der andere ist erst jetzt deutlicher hervorgetreten. Aus seiner Lage geht hervor, dass er von dem 4. Auricularhöcker abzuleiten ist. An der primitiven Scapha ist jetzt eine deutliche Spitze aufgetreten. Sie liegt zwischen den beiden genannten Wülsten. Dadurch, dass die Innenfläche der primitiven Scapha konkav, ihre Aussenfläche konvex ist, hat man den Eindruck, als hätte sie bereits die Tendenz, sich über die Fossa angularis hinüberzulegen.

Schweineembryo 5. Fig. S. 5. Taf. 7.

Grösste Länge 26 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 33 mm.

Die primitive Scapha hat sich bereits soweit über die Fossa angularis hinübergelegt, dass nur ein ventro-caudaler Abschnitt von derselben sichtbar geblieben ist. Die beiden freien Ränder der primitiven Scapha, ein kürzerer, cranialer und ein längerer

caudaler stossen in einem abgerundeten, rechten Winkel, der also die Ohrspitze bildet, zusammen. Letztere liegt dem Randwulst auf. Der caudale Rand der primitiven Scapha hat sich mit seiner Wurzel auf den caudalen Abschnitt des Randwulstes vorgeschoben, ein Verhalten, das sich bereits bei jüngeren Embryonen anbahnte. An dem aus dem 5. Auricularhöcker hervorgegangenen Wulst schliesst sich caudal noch ein flacher Wulst an, der nach seiner Lage dem Auricularköcker 6b entstammt.

Jetzt ist auch der caudale Abschnitt des Randwulstes von innen her stark unterminiert. Die Anlage der Incisura intertragica ist als stumpfer Winkel erkennbar. Schneidet man die primitive Scapha weg, wie das bei unserer Figur dargestellt ist, so sieht man, dass die Veränderungen, die an der Fossaangularis vor sich gegangen sind, nur gering sind. Die Fossa angularis hat in cranio-caudaler Richtung an Ausdehnung zugenommen. Der aus dem 2. Auricularhöcker entstandene Boden zeigt eine deutliche Wölbung und ist durch eine Furche gegen den von der Innenfläche der primitiven Scapha nach ihm hinziehenden Wulste des 5. Auricularhöckers abgegrenzt. (Die genannte Furche ist auf der Figur S. 5 nicht sichtbar, da sie von dem Rest der prim. Scapha verdeckt wird.)

Schweineembryo 6. Fig. S. 6 u. S. 6*. Taf. 8.
Grösste Länge 37 mm. Scheitelsteisslänge über der Rückenkrümmung gemessen 55 mm.

Die beiden freien Ränder der primitiven Scapha verlaufen geradlinig und gehen in einen abgerundeten stumpfen Winkel der Ohrspitze ineinander über. Die primitive Scapha hat sich noch weiter herübergelegt, doch ist bei genauer Profilstellung noch immer ein ventro-caudaler Abschnitt des Randwulstes sichtbar. Die Scapha liegt auch dem Randwulst nicht so nah auf, dass man nicht von vorn her die Fossa angularis noch

einigermassen übersehen könnte. Der craniale Rand der Scapha kommt jetzt deutlich vom cranialen Abschnitt des Randwulstes her. Bei der Abtragung der Scapha sieht man, dass diese an ihrer Basis sehr dick ist, nach ihrem Rande zu aber schnell dünner wird.

Die Fossa angularis hat jetzt ungefähr die Gestalt eines Dreiecks, dessen kleinster Winkel cranial gerichtet ist. Die dorsale Seite wird von der Scapha begrenzt, die caudale von dem caudalen Schenkel, die ventrale von dem ehemals konvexen Abschnitt und dem cranialen Schenkel des Randwulstes, welch beide Strecken jetzt zusammen eine schwach gebogene Linie bilden.

Der aus dem 2. Auricularhöcker hervorgegangene Teil des Bodens der Fossa angularis ist zu einem stark gewölbten länglich gekrümmten Wulst geworden, der in craniocaudaler Richtung verläuft. Mit seinem cranialen Ende steht er noch immer mit dem Randwulst in Verbindung. Diese Verbindung ist relativ schmäler geworden. Im übrigen ist er deutlich gegen die Nachbargebilde abgegrenzt. Dieser Wulst wird, indem er sich feiner modelliert und im Vergleich zu den übrigen Teilen der Ohrmuschel weniger wächst, zum Crus helicis. Der ventral von ihm liegende Teil des Randwulstes, der schmal, aber in querer Richtung besonders stark gewölbt ist, wird zur Spina helicis und zum Tragus. Erstere lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit auf den 2. Auricularhöcker zurückführen, letztere wird vom 1. Auricularhöcker geliefert. Unter diesen schiebt sich das caudale Ende des Crus helicis und steht hier mit ihm in Verbindung. Die Furche zwischen Crus helicis und dem Tragus ist also die Anlage des Sulcus tragohelicinus.

Gegen den caudalen Abschnitt des Randwulstes ist die Tragusanlage durch die Anlage der Incisura intertragica abgesetzt. Der darauf folgende Abschnitt des Innenrandes des Randwulstes wird zum Antitragus und der Plica antitragica, die also dem

Auricularhöcker 6a entstammen. Der Randwulst ist in der Umgebung der Incisura stark unterminiert. Man gelangt hier zur Anlage des Cavum conchae und eines Teiles der Cymba. Im übrigen wird der caudale Teil des Randwulstes zu dem Abschnitt der definitiven Scapha, der den Lobulus trägt. Die Verbreiterung desselben und Unterminierung seines äusseren Randes lassen jetzt bereits diese Umwandlung erkennen.

Die beim vorigen Embryo beschriebene seichte Furche, die den dem 2. Auricularhöcker entstammenden Teile des Bodens der Fossa angularis von den von der primitiven Scapha herabziehenden Wülsten trennte, hat sich vertieft und verbreitert. Sie wird ventral vom Crus helicis-Wulst begrenzt. Von der anderen Seite laufen in sie die Scaphawülste hinein.

Die proximalen Enden der drei Scaphawülste sollen weiterhin als Wurzeln derselben bezeichnet werden. Die Wurzel der cranialen Plica wölbt sich in dem kleinen, cranialen Abschnitt der Fossa angularis hervor, der caudal von der Wurzel der mittleren, aus dem 5. Auricularhöcker hervorgegangenen Plica begrenzt wird. Letztere ist mit dem Crus helicis verwachsen. Der Auricularhöcker 6b ist zur Wurzel der caudalen Plica geworden. Diese drei, nur wenig hervortretenden Wurzeln helfen den Boden und die dorsale Wand einer länglichen, craniocaudal verlaufenden Grube bilden, die ventral vom Crus helicis, dorsal von der primitiven Scapha begrenzt wird. Angelegt war diese Grube schon beim vorigen Stadium. Aus ihr geht die Fossa triangularis (zwischen cranialer und mittlerer Wurzel) und der craniale Teil der Cymba hervor.

Schweineembryo 7. Fig. S. 7. Taf. 8.

Grösste Länge 58 mm. Scheitelsteisslänge über die Rückenkrümmung gemessen 77 mm.

Die primitive Scapha hat sich weiter über die Fossa angularis hinübergelegt, doch ist sie nirgends mit dem Randwulst

verklebt. Ihre geradlinigen beiden Ränder stossen unter einem abgerundeten, spitzen Winkel, der die Ohrspitze bildet, zusammen.

Der Wulst des Crus helicis ist, wie er nach Beseitigung der Scapha sichtbar wird, in geringerem Grade als die übrigen Teile der Fossa angularis gewachsen. Er geht mit seinem cranialen Ende in den cranialen Abschnitt des Randwulstes über, der jetzt auch cranial von dieser Stelle etwas unterminiert ist und nun bereits erkennen lässt, wie er zu dem eingerollten Abschnitt des oralen Randes der ausgebildeten Ohrmuschel, d. h. zur Helix werden wird. Ein Vergleich mit jüngeren Stadien zeigt, dass die Helix zum Teil noch aus dem 2., in der Hauptsache aber aus dem 3. Auricularhöcker hervorgegangen ist. Der Sulcus tragohelic. hat sich stärker vertieft.

Auffallend stark entwickelt ist jetzt die Wurzel des aus dem 4. Auricularhöcker hervorgegangenen Scaphawulstes (craniale Plica aur. long.), die in Gestalt eines gleichmässig gewölbten Hügels sich bis an den Crus helicis-Wulst herangeschoben hat, von ihm aber durch eine schmale, tiefe Furche getrennt wird. Die Wurzel des aus dem 5. Auricularhöcker hervorgegangenen Scaphawulstes (mittlere Plica aur. long.) ist bedeutend kleiner und nur noch durch eine seichte Einsenkung andeutungsweise von dem Crus helicis gesondert. Noch weniger ausgebildet ist die (auf der Zeichnung nicht sichtbare) Wurzel des dem Auricularhöcker 6b entstammenden Scaphawulstes (caudale Plica aur. long.), die durch den unterminierten Innenrand des caudalen Abschnittes des Randwulstes fast vollständig verdeckt wird.

Schweineembryo 8. Fig. S. 8. Taf. 8.

Grösste Länge 86 mm. Scheitelsteisslänge über den Rücken gemessen 105 mm.

Die primitive Scapha hat sich zurückgelegt und bildet jetzt mit aus dem Randwulst hervorgegangenen Teilen die definitive Scapha, die weiterhin einfach als Scapha bezeichnet wird. Sie

stellt ein flächenhaftes Gebilde vor mit einer dem Kopf zugewendeten Aussenfläche und einer lateral gerichteten Innenfläche, einer deutlichen Spitze, einem cranialen und einem caudalen Rande. Die Fläche, mit der sie sich am Kopf anheftet, ist wie bei den jüngeren Stadien noch sehr gross. An ihrer Innenfläche sind die auffallendsten Gebilde die drei aus der Fossa angularis zur Spitze verlaufenden Scaphawülste, die vom cranialen zum caudalen an Länge und Ausbildung abnehmen. Der proximale Teil des cranialen Randes der Scapha ist eingerollt, stellt also die Helix vor, ist aber mit seiner Innenfläche mit derjenigen der Scapha epithelial verwachsen.

Der aus dem caudalen Abschnitt des Randwulstes hervorgegangene Teil der Scapha ist von aussen her sehr stark unterminiert und daher plattenartig geworden. Am Aussenrande in der Nähe der Wurzel zeigt sich die Anlage des Lobulus in Gestalt einer kleinen Ausbuchtung. Tragus, Anlage der Spina helicis und Crus helicis gehen derart in die Helix über, dass man den Eindruck hat, dass diese mit zwei Wurzeln entspränge. Das Crus helic. stellt ein schwach S-förmiges Gebilde vor, das mit seinem freien caudalen Ende sich hinter dem Tragus nach dem Por. acust. extern. hinschiebt. Dort, wo es unter dem Innenrand des Tragus liegt, findet sich die schon früher erwähnte Verbindung mit dem Tragus, die für immer bestehen bleibt. Auf solche Weise wird der Sulc. tragohel. zu einer ringsum abgeschlossenen Einsenkung.

Die bei den vorhergehenden Stadien gut ausgebildeten Räume des Muschelgrundes sind infolge von Wachstumsvorgängen zu derart schmalen Spalträumen geworden, dass sich die Nachbargebilde berühren und ihr Epithel miteinander verwächst.

Die Wurzel des cranialen Scaphawulstes hat weiter an Volumen zugenommen. Ihre Trennung von dem Crus hel. ist, da epitheliale Verwachsungen eingetreten sind, nur eine oberflächliche. Die Wurzel des mittleren Scaphawulstes liegt von allen

Gebilden des äusseren Ohres, soweit diese ohne Präparation sichtbar sind, am meisten in der Tiefe. Sie stellt einen schmalen Wulst vor, der sich zum Teil bereits unter das Crus hel. hinunterschiebt. Der caudale Scaphawulst endlich entspringt mit zugespitzter Wurzel in der Gegend des freien, caudalen Endes des Crus hel.; auch der Zugang zum Porus acusticus ext. ist infolge epithelialer Verklebung verschlossen.

Schweineembryo 9. Fig. S. 9. Taf. 9.
Scheitelsteisslänge über den Rücken gemessen 220 mm.

Trotz der bedeutenden Grössenzunahme sind die Veränderungen an der Scapha keine grossen. Durchweg sind die epithelialen Verklebungen geschwunden und die einzelnen prominierenden Gebilde sind jetzt durch mehr oder weniger breite Furchen voneinander getrennt. Dies gilt auch für die Plicae long. der Scapha.

Es können jetzt die aus der Fossa angularis hervorgegangenen Räume in der für das Ohr des erwachsenen Tieres üblichen Weise bezeichnet werden. In das Cavum conchae gelangt man, wenn man mit der Sonde hinter dem Tragus, also zwischen diesem und dem caudalen Ende des Crus helicis eingeht. Es ist auffallend klein und hat die Gestalt einer kurzen Röhre, die zum Meatus acusticus ext. führt. Letzterer hat ein ovales Lumen.

Das Crus hel. ist stark ausgebildet, zickzackförmig gestaltet. Sein caudales Ende ist nach dem Por. acust. ext. gerichtet und wird vollständig vom Tragus verdeckt. Der craniale Abschnitt des Crus hel. verläuft von der Helix aus dorsalwärts und bedeckt hier zum Teil die Wurzel des mittleren Scaphawulstes. Um diese ganz zu überschauen, muss man das Crus etwas ventralwärts herüberziehen. Dann sieht man, wie sich die genannte Wurzel unter das Crus herunterschiebt. Ausser anderem rechtfertigt die Lagebeziehung dieser beiden Gebilde

zueinander die Bezeichnung dieser Wurzel als Crus anthel. inferius. Der von dem Crus helicis nicht bedeckte, dorsale Abschnitt des Crus anthel. inf. ist es, der bereits beim vorigen Embryo erwähnt wurde und von dem gesagt wurde, dass er von allen ohne weiteres sichtbaren Gebilden des äusseren Ohres am tiefsten läge. Er hat eine ziemlich gleichmässige Wölbung, so dass er wie ein Kugelabschnitt aussieht.

Zieht man, wie das beschrieben wurde, das Crus hel. ventralwärts, so wird ein Teil des ehemaligen Bodens der Fossa angularis sichtbar, der dorsal von der Scapha, ventral vom Crus hel., cranial vom Crus anthel. inf. begrenzt wird und caudal vom Crus hel. in das Cavum conchae übergeht. Dieser Raum muss danach als Cymba conchae bezeichnet werden.

Die Wurzel des cranialen Scaphawulstes stellt eine kurze, quer zu dem genannten Scaphawulst sich ausdehnende Anschwellung vor. Zwischen letzterer und dem Crus anthel. inf. findet sich eine spaltförmige Grube. Die topographischen Verhältnisse sind also derartige, dass man genötigt ist, jene Anschwellung als Crus anthel. sup. und die genannte Grube als Fossa triangularis zu bezeichnen. Alles Übrige ähnelt dem beim vorigen Stadium soweit, dass es jetzt nicht besonders geschildert zu werden braucht.

Schwein 10. Fig. S. 10. Taf. 9.

Neugeborenes Schwein.

Die Scapha ähnelt bereits im hohen Grade der des erwachsenen Tieres. Ihre Ansatzfläche am Kopfe hat sich relativ bedeutend verschmälert, was übrigens bereits beim vorigen Stadium zu beobachten war. Die ganze Scapha ist noch flach und hat sich noch nicht dütenförmig zusammengerollt. Daher ist sie im Verhältnis zu ihrer Länge breiter als beim erwachsenen Tier. Die Helix ist noch wenig ausgebildet. Man kann daher noch nicht von einem Eingang in die Ohrdüte sprechen. Aus

demselben Grunde ist auch die Concha bei der Betrachtung von der Seite her zum Teil noch sichtbar, während sie später bei dieser Ansicht verdeckt ist. Ebenso sind die 3 Plicae longitudinales in ihrer ganzen Ausdehnung sichtbar. Sie sind relativ schmäler geworden, während die Zwischenräume zwischen ihnen an Breite zugenommen haben. Der flache Ausschnitt am aboralen Rande neben der Spitze hat ungefähr seine definitive Form. Der Lobulus ist schwach angedeutet.

Die Concha ist bedeutend geräumiger geworden, so dass es nicht nötig ist, die einzelnen Teile auseinanderzuziehen, damit man sie überblicken kann. Dies bezieht sich hauptsächlich auf die Cymba conchae. Während sich bei dem vorhergehenden Stadium das Crus hel. noch direkt an die Basis der Scapha anlegte, sind diese Gebilde jetzt 2—3 mm weit voneinander entfernt. Die Begrenzung der Cymba ist im übrigen dieselbe geblieben. Von der Scapha läuft in sie die caudale Plica auric. hinab, die cranialwärts umbiegend in dem Winkel zwischen Crus hel. und Crus anthel. inf. endet. Das Cavum conchae, n das man direkt hinter dem Tragus gelangt, hat sich wenig geändert. Es geht caudal vom Crus hel. und hinter dem Antitragus ohne scharfe Grenze in die Cymba conchae über.

Das Crus hel. und das Crus anthel. inf. stellen ein zusammenhängendes Gebilde vor, doch ist ihre gesonderte Entstehung noch durch eine Querfurche, die über das Crus anthel. inf. dort, wo es sich mit dem Crus hel. verbindet, hinzieht, angedeutet. Das Crus anthel. inf. ist bei passender Haltung der Scapha in seiner ganzen Ausdehnung, ohne dass man das Crus hel. vorwärts drängt, übersehbar. Da es durch eine Furche von dem proximalen Ende der mittleren Plica aur. getrennt ist, verrät es seinen Ursprung von dieser nicht mehr. Dagegen erscheint das Crus anthel. sup. noch durchaus als verbreiterte Wurzel der cranialen Plica. Die Fossa triangularis ist tief und schmal. Sie wird zum Teil von dem Crus hel. verdeckt. Bei

reiner Seitenansicht wird das Crus hel. vollständig von dem Tragus verdeckt. Jenes wird sichtbar, wenn man, wie dies bei Fig. S. 10 geschehen ist, die Ohrmuschel so hält, dass man von der Scaphaspitze her in den Muschelgrund hineinblickt.

Zusammenfassung.

Auch beim Schwein sind je drei gut ausgebildete mandibulare und hyoidale Auricularhöcker vorhanden. Die hyoidalen sind im ganzen stärker ausgebildet als die mandibularen. Die ersteren erstrecken sich deutlich über die laterale Oberfläche des Hyoidbogens. Am meisten ragt der 5. Auricularhöcker hervor. Der 6. erscheint frühzeitig in einer zur ersten Kiemenfurche senkrechten Richtung in zwei Abschnitte gesondert (6a u. 6b). Der caudale (6a) allein verwächst mit dem 1. Auricularhöcker und bildet mit diesem zusammen einen Riegel, der nun die Fossa ang. abschliesst (bei Fig. S. 1 sichtbar).

Als erste Andeutung der primitiven Scapha tritt bald auf dem 4. und 5. und im Wurzelbereich des 6. Auricularhöckers ein niedriger Kamm auf. Dieser läuft so auf den beiden Hügeln entlang, dass auf jeder Seite von ihm die ursprünglichen Hügel sich noch deutlich hervorwölben. Er entsteht also nicht etwa dorsal von den genannten Auricularhöckern. (S. 2 u. 3.)

Eine schon frühzeitig angedeutete Sonderung der Fossa angularis wird bei weiterer Entwickelung deutlich. Dadurch, dass der 2. und 5. Auricularhöcker sich aneinanderlegen, wird die genannte Grube in einen grösseren und tieferen caudalen, in dem sich später die Cymba und das Cavum conchae sowie der äussere Gehörgang ausbilden, und einen kleineren und flachen cranialen Abschnitt, an dessen Stelle später die Fossa triangularis zu finden ist, gesondert. (S. 3.) Der Boden des ersteren wird von dem 2. Auricularhöcker und kurze Zeit noch von dem einen Teile (6 b) des 6. Auricularhöckers gebildet. Dieser cau-

dale Abschnitt nimmt bald bedeutend an Grösse zu, während der craniale zurückbleibt.

Die Gestalt der Fossa angularis vereinfacht sich nun. Sie wird hufeisenförmig. Die Schenkelenden sind durch die primitive Scapha verbunden. Der Boden liegt in einem tieferen Niveau. Der Rand wulstet sich stellenweise, so dass man von nun an von einem Randwulst sprechen kann. (S. 4.) Die ventrale Randpartie ist in ihrer caudalen Hälfte von innen her stark unterminiert. In der Tiefe kommt es hier zur Ausbildung des Cavum conchae und des äusseren Gehörganges. (S. 4.) Dann erstreckt sich dieser Prozess auch auf den caudalen Rand, wodurch der caudale Teil der künftigen Cymba geschaffen wird. (S. 5.) Zu dieser Zeit verändert sich die Form der Fossa angularis. Sie verlängert sich in cranio-caudaler Richtung (S. 5) und nimmt dann die Gestalt eines Dreiecks an, dessen kleinster Winkel cranial gerichtet ist. (S. 6 u. 7.)

Der dem 2. Auricularhöcker entstammende Boden der Fossa ang. wölbt sich stärker, wobei er sich relativ verkleinert und wird allmählich durch eine immer breiter werdende Furche von der Umgebung abgegrenzt. (S 5. und 6.) Nur mit seinem Wurzelgebiet bleibt er stets mit dem Randwulst in Zusammenhang. So wird aus diesem Gebilde das Crus helicis.

Zu dieser Zeit sondert sich auch der Randwulst deutlicher in seine einzelnen Abschnitte. (S. 6.) Dort, wo der caudale Abschnitt des Randwulstes in den ventralen übergeht, hat sich ein ungefähr rechter Winkel ausgebildet. Die Weiterentwickelung des Ohres zeigt, dass dieser die Anlage der Incisura intertragica ist. Verfolgt man ihn zurück bis zum jüngsten Embryo, so sieht man, dass er auch bei jüngeren Embryonen (S. 4 u. 5) bereits angedeutet war, und dass er höchst wahrscheinlich an der Stelle liegt, wo die Auricularhöcker 1 und 6a (S. 1) miteinander verschmolzen sind. Dementsprechend gibt die dorsal auf die Anlage der Incisura folgende Strecke

des Innenrandes dem Antitragus und der Plica antitragica, die nach der anderen Richtung folgende dem Tragus seinen Ursprung. Ein kurzes Stück zwischen Tragus und Abgangsstelle des Crus helicisvom Randwulst wird zur Spina helicis. Vom Crus helicis ist der Tragus bereits durch eine deutliche Furche getrennt; dem Sulcus tragohelicinus. Caudal schiebt sich das Crus helicis unter den Tragus nach dem Porus acusticus externus zu. Da es auch hier mit dem Tragus in Verbindung steht, so wird der Sulcus tragohelicinus auch caudal begrenzt (S. 6).

Der caudale Abschnitt des Randwulstes, an dessen Innen rand sich der Antitragus entwickelt, flacht sich ab und wird von aussen her unterminiert. Er wird zu dem Teil der Scapha, der den Lobulus trägt. (S. 6.)

Erst später (S. 7 u. 8) setzt sich der cranial vom Crus helicis liegende Abschnitt des Randwulstes deutlicher ab, wird von innen her unterhöhlt und dokumentiert sich als Helix.

Zwischen Scapha und Crus helicis (S. 5 u. 6) bildet sich eine längliche cranio-caudal verlaufende Grube aus, in der die Plicae der Scapha ihr proximales Ende haben. Diese Grube wird in ihrem zwischen cranialer und mittlerer Plica liegenden Abschnitt zur Fossa triangularis, im übrigen zum cranialen Teil der Cymba. (S. 5 und 6.)

Während Crus helicis, Tragus und Antitragus allmählich feiner modelliert erscheinen, nehmen die übrigen Gebilde, besonders die Wurzeln der Plicae bedeutend an Volumen zu. Concha und Fossa triangularis werden dadurch zu schmalen Spalten zwischen den genannten vortretenden Gebilden reduziert. (S. 7 u. 8.) Zwischen letzteren treten epitheliale Verwachsungen ein (S. 8), die später wieder vollkommen verschwinden. (S. 9). Beim Neugeborenen (S. 10) haben wir dann schon ganz ähnliche Raumverhältnisse wie beim Erwachsenen. Die Cymba stellt eine geräumige, ziemlich tief eingesenkte Grube vor, die sich

caudalwärts erstreckt und hier um den caudalen Teil des Crus helicis herum in das Cavum conchae übergeht.

An dieser Stelle sei die Entwickelung der primitiven Scapha nachgeholt. Dadurch, dass der zuerst niedrige Kamm sich stärker entwickelt, wird er zu einem plattenförmigen Gebilde, an dem ein freier Rand, Ventral- und Dorsalseite zu unterscheiden ist. Auch die Spitze wird bald erkennbar. (S. 4.) In dem Masse wie die primitive Scapha grösser wird, legt sie sich ventralwärts über die Fossa angularis hinweg, ohne mit dem Randwulst zu verwachsen und bedeckt diese, wobei der ventro-caudale Abschnitt zuletzt dem Anblick entzogen wird. (S. 5—7.) Dabei erstreckt sie sich mit ihrem Ursprung immer weiter auf den caudalen Rand des Randwulstes, der allmählich von aussen her unterminiert wird. (S. 5—7.) Nun legt sich die primitive Scapha wieder zurück und bildet dann mit der aus dem Randwulst hervorgegangenen Helix und dem proximalen Teil der caudalen Randpartie, die den Lobulus trägt, die definitive Scapha, die im folgenden einfach als Scapha bezeichnet wird. (S. 8.) Die freien Ränder der herübergeklappten Scapha sind zuerst geradlinig (S. 5 u. 7) und stossen zuerst in einem abgerundeten stumpfen (S. 5), später in einem abgerundeten spitzen Winkel (S. 7), der Ohrspitze, zusammen. Später zeigen die Ränder die sanft gebogenen Linien, die sich beim erwachsenen Tier finden. (S. 8 ff.) Während dieser ganzen Zeit sitzt die primitive Scapha mit einer breiten Ansatzfläche dem Kopf auf. Erst später wird diese durch Unterminierung zwischen Kopf und Aussenfläche verschmälert. (S. 9.)

Schon frühzeitig sind auf der Innenfläche der primitiven Scapha zwei Längswülste aufgetreten, die die Anlage der Plicae auric. long. vorstellen. Sie verdanken dem 5. und 4. Auricularhöcker ihren Ursprung. (S. 3 u. 4.) Bald (S. 6) kommt noch eine dritte Plicaanlage hinzu, deren proximaler Abschnitt dem Auricularhöcker 6b entstammt. Ihr Verlauf ähnelt, sobald sich



Fig. S.6* (10/1)

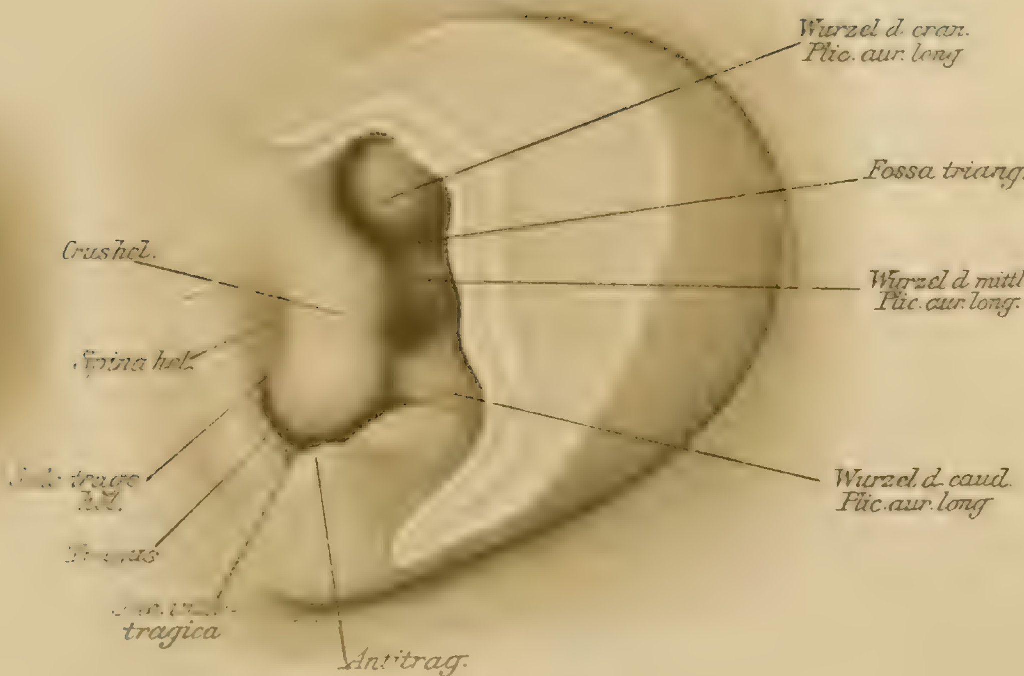


Fig. S.6 (20/1)



Fig. S.7



Fig. S.8 (4/1)



Fig. S.9 (1/1)

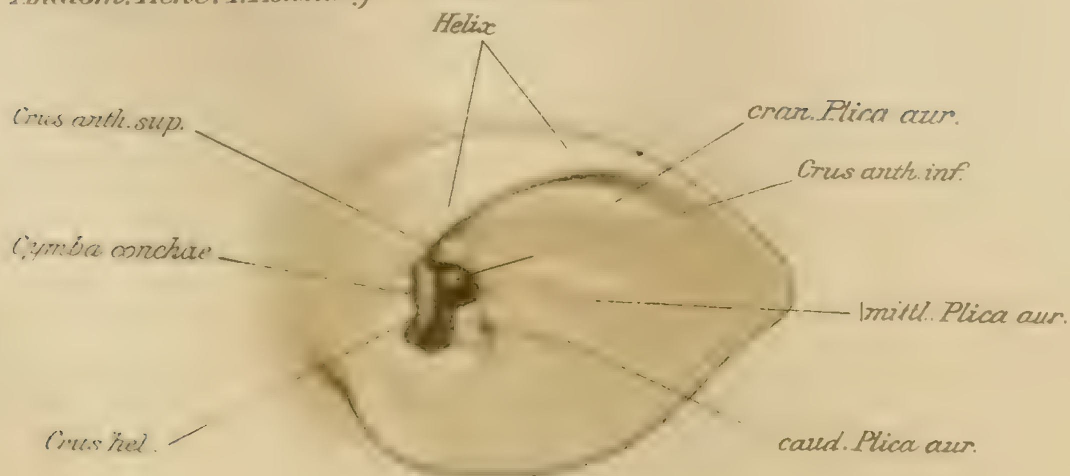


Fig. S. 10 (1/1)



Fig. S. 11 (2/3)

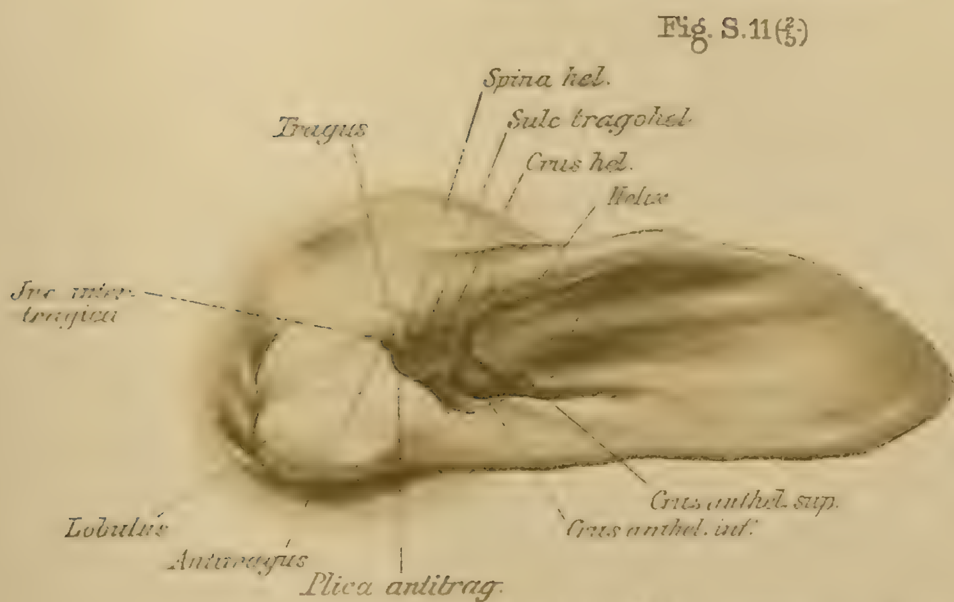


Fig. S. 11a



Fig. S. 11b

die Scapha zurückgelegt hat, dem Verhalten beim erwachsenen Tiere. (S. 8.) Mit weiterem Wachstum rücken sie immer weiter auseinander. (S. 9.)

Wichtig für die Konfiguration der Ohrmuschel sind die Gebilde, die aus den proximalen Enden, den Wurzeln, der Plicae hervorgehen. Frühzeitig verwächst die Wurzel der mittleren (aus dem 5. Aur. H. [S. 3] hervorgegangenen) Plica mit dem Crus hel. (S. 6) und wird von diesem zum Teil bedeckt (S. 9), was auch noch bei Neugeborenen erkennbar ist. (S. 10.) Sie hat die Gestalt eines kurzen Wulstes und ist durch eine Furche von der mittleren Plica getrennt. Durch seinen Ursprung und Beziehung zum Crus hel. dokumentiert sich dieses Gebilde als Crus anthel. inferius.

Die Wurzel der etwas später (S. 4) auftretenden, cranialen Plica verdickt sich und stellt zeitweise ein voluminöseres Gebilde als die Anlage des Crus hel. inf. vor. (S. 6—9.) Sie hat die Form eines zur Plica querliegenden Wulstes und bleibt zeitlebens mit dieser im Zusammenhang, so dass beide zusammen ein hammerförmiges Gebilde vorstellen. Aus den topographischen Beziehungen geht hervor, dass wir hier das Crus anth. super. vor uns haben. Die Grube zwischen beiden Crura anthel. ist die Fossa triangularis.

Das proximale Ende der caudalen Plica lässt kein besonders zu benennendes Gebilde hervorgehen. Es verläuft durch die Cymba und endet in dem Winkel zwischen Crus hel. und Crus anthel. inferius. (S. 10.)

Die Veränderungen, die im extrauterinen Leben an der Ohrmuschel vor sich gehen, sind abgesehen von der bedeutenden Grössenzunahme nur gering. Die einzelnen prominierenden Gebilde werden feiner herausgearbeitet. Die noch beim Neugeborenen flache Scapha wölbt sich dütenartig. Die Helix entwickelt sich ziemlich mächtig, verengt den Eingang der Düte und verdeckt dadurch die in der Tiefe liegenden Teile. Der

Sulcus tragohelicinus wird zu einer flachen ungefähr vierseitigen Grube, so dass er eigentlich den Namen eines Sulcus nicht verdient. Der Antitragus setzt sich deutlicher von der Plica antitragica ab. Der Lobulus bildet sich in einer für ein Tierohr bemerkenswerten Weise aus. Von dem Crus anthel. sup. läuft in manchen Fällen ein flacher Wulst bis zur caudalen Plica long., der die Cymba gegen die Scapha begrenzt und als solcher einen Anthelixstamm vorstellt.

Übersicht über die Weiterentwickelung der Auricularhöcker beim Schwein.

Auricularhöcker	In einem früheren Stadium	In einem späteren Stadium
1	Verwächst mit 6a zu einem Riegel S. 1, bildet dann einen Teil des ventralen Abschnittes des Randwulstes. S. 4.	Tragus. S. 6.
2	Teil des ventralen Abschnittes des Randwulstes. S. 4. Boden des grösseren, caudalen Abschnittes der Fossa angul. S. 3.	Caudaler Teil der Helix. Spina helicis. Crus helicis. S. 6.
3	Cranialer Schenkel des Randwulstes. S. 4.	Helix. S. 7.
4	Teil der primitiven Scapha. S. 2. Craniale Plica long. S. 4.	Teil der definitiven Scapha. S. 8. Craniale Plica long. S. 8. Crus anthel. sup. S. 9.
5	Teil der primitiven Scapha. S. 2. Mittlere Plica long. S. 4.	Teil der definitiven Scapha. S. 8. Mittlere Plica long. S. 8. Crus anthel. inf. S. 9.
6b	Teil der primitiven Scapha in seinem Wurzelgebiet. S. 2. Caudale Plica long. S. 5.	Teil der definitiven Scapha. S. 8. Caudale Plica long. S. 8.
6a	Verwächst mit 1 zu einem Riegel. S. 1. bildet dann den caudalen Schenkel des Randwulstes. S. 4.	Antitragus und Plica antitragica. S. 6. Lobulusteil der definitiven Scapha. S 6.

Vergleich unserer Beobachtungen mit denen anderer Autoren.

An erster Stelle sei hier auf die Arbeit von Schmidt eingegangen.

Da Schmidt bei seiner Beschreibung des Schweineohrs von dem fertigen Ohr ausging, während wir die Entwickelung desselben verfolgten, so erklärt es sich, dass — während die Hauptergebnisse übereinstimmen — wir in einzelnen Punkten zu verschiedenen Resultaten gelangt sind.

Nach Schmidt (S. 36) nimmt die Helix mit zwei Schenkeln ihren Ursprung. Der mediale Schenkel verläuft wagrecht, erstreckt sich in das Lumen der Concha und gibt vor seinem Ende eine kurze, senkrecht nach unten verlaufende Leiste ab; der laterale reicht als Fortsetzung des freien Randes bis zum Sulcus auris anterior, der ihn vom Tragus, einem rundlichen und wenig ausgeprägten Wulst, trennt.

Wie wir glauben nachgewiesen zu haben, stellt jener mediale Schenkel ein zusammengesetztes Gebilde vor. Er besteht nämslich aus dem eigentlichen Crus helicis und dem Crus anthelicis inferius. Ersteres ist jene Fortsetzung der Helix in den Muschelgrund, die im rechten Winkel umbiegend nach dem Por. acust. ext. verläuft. Letzteres ist der Wulst, der von der rechtwinkligen Biegung unseres Crus helicis ausgeht und nach der mittleren Plica zu gerichtet ist, ohne sich mit dieser zu verbinden. Das von uns als Crus helicis bezeichnete Gebilde bezeichnen wir darum allein als solches, weil es allein aus dem 2. Auricularhöcker hervorgeht. Darin, dass dieser Hügel das Crus helicis liefert, stimmen wir überein mit anderen Autoren, die dasselbe für verschiedene Formen nachgewiesen haben. Unser Crus anthel. inf. verdient darum diesen Namen und ist nicht als ein Teil des Crus helicis anzusehen, weil es ursprünglich, indem es aus dem 5. Auricularhöcker hervorgeht, gar nichts mit dem Crus helicis zu tun hat, sondern erst sekundär mit ihm in Verbindung tritt.

Will man nun nicht annehmen, dass es sich hier um ein Gebilde handelt, das von den bisher untersuchten Tieren nur beim Schwein vorkommt, so muss man es für das Crus anthel. inf. ansprechen, wofür auch seine Lage beim ausgebildeten Schweineohr spricht.

Schmidts lateralen Helixschenkel möchten wir lieber für die Spina helicis erklären. An der vom Integument bedeckten Ohrmuschel ist diese Spina freilich nicht zu erkennen. Erst nach Beseitigung desselben erblickt man die durch einen rundlichen Ausschnitt vom Rande der Helix abgegrenzte mit einer Spitze versehene Knorpelplatte. Äusserlich ist die Spina nur durch einen flachen Sulcus tragohelicinus vom Tragus getrennt.

Der Tragus tritt äusserlich als ein rundlicher Wulst hervor, wie Schmidt dies beschreibt. Wir möchten noch hinzufügen, was auch aus Schmidts Beschreibung des Ohrknorpels hervorgeht, dass sich dieser Wulst in den Muschelgrund hinein fortsetzt und sein Integumentüberzug hier mit dem des Crus helicis in Verbindung tritt.

Die Entwickelung beim Embryo (vergl. S. 7) und die definitive Lagerung der zuletzt beschriebenen Teile veranlasst uns das Grübchen zwischen Tragus, Spina und Crus helicis, das Schmidt nicht erwähnt, auch noch zum Sulcus tragohelicinus zu rechnen.

Die knopfartig hervorragende Anthelix Schmidts, von der die craniale Plica ausgeht, halten wir nur für einen Teil der Anthelix, denn nach unserer Auffassung ist die Anthelix des Schweines kein einfaches sondern ein aus zwei Crura und Stamm zusammengesetztes Gebilde. Dass wir den nach der mittleren Plica zu verlaufenden Teil des medialen Helixschenkels Schmidts für das Crus anthel. inf. halten, haben wir bereits gezeigt. Schmidts Anthelix deuten wir dementsprechend als das Crus anthel. sup. Die von dem letzteren ausgehende Falte, die die

Concha von der Scapha trennt, ist der Stamm der Anthelix, der nach der Plica antitragica hinzieht.

Demgemäss fehlt eine Fossa triangularis nicht, wie Schmidt annimmt, sondern sie ist zwischen den beiden Crura anthelicis gut ausgebildet vorhanden. Schmidt erklärt diese Grube für die Cymba. Nach unserer Auffassung muss der Teil der Concha, in den die caudale Plica zugespitzt ausläuft, als Cymba bezeichnet werden. Sie geht ohne Grenze in das Cavum conchae über.

Eine Auseinandersetzung mit Gradenigo wird dadurch sehr erschwert, dass sich seine Angaben stets auf mehrere und zwar sehr verschiedene Ohrformen beziehen, er keine Abbildungen gibt und die fertigen Ohren nicht schildert, obgleich über die Morphologie derselben durchaus keine übereinstimmende Auffassung herrscht. Dass es nicht möglich ist, so verschiedene Formen, wie sie Gradenigo untersucht hat, gemeinsam darzustellen, zeigt unsere Untersuchung zur Genüge. Da Gradenigo vollständige Reihen von Schafs-, Rinds- und Kaninchenembryonen untersucht hat — von Menschen-, Katzen-, Schweins- und Meerschweinchen-Embryonen standen ihm nur einzelne Stadien zur Verfügung —, so ist es erlaubt, unsere Beobachtungen am Kaninchenohr mit den seinen zu vergleichen.

In der Grube zwischen den Auricularhöckern 1, 2, 5, 6 entsteht beim Kaninchen nicht nur der äussere Gehörgang (S. 83), sondern diese Spitze wird zum Cavum conchae, wie dies übrigens Gradenigo an anderer Stelle selbst angibt. Wir halten es auch nicht für richtig, wenn Gradenigo sagt (S. 83), die erste epidermoidale Kiementasche würde nicht zur Fossa angularis. Ein Blick auf unsere Figuren zeigt das Hervorgehen der letzteren aus der ersteren. —

Besonderes Gewicht legt der genannte Autor (S. 83 und 84) darauf, dass die eigentliche Ohrmuschel nicht aus den Auricularhöckern hervorgehe. Letztere sollen nur den Boden der Fossa

angularis — die spätere Concha — bilden. Die eigentliche Ohrmuschel — gemeint ist die Scapha mit Helix und Anthelix — soll von zwei unabhängig von den Auricularhöckern auftretenden Erhebungen, dem Helix mandibularis und Helix hyoidalis geliefert werden. Wir können uns dieser Auffassung nicht anschliessen. Auch halten wir es nicht für zweckmässig, die hier in Betracht kommenden Gebilde als Helix zu bezeichnen, da sie nicht etwa nur die Helix liefern, sondern auch den Tragus und die Scapha. Der Helix hyoidalis entspricht unserer primitiven Scapha, von der wir beim Kaninchen — wie auch bei Ratte und Schwein — nachgewiesen haben, dass sie direkt aus dem 4. und 5. und dem Wurzelgebiet des 6. Auricularhöckers hervorgeht. —

Dass der Antitragus nicht dem Helix hyoidalis, wie Gradenigo will (S. 84), seinen Ursprung verdankt, sondern direkt dem 6. Auricularhöcker scheint uns nicht zweifelhaft.

Der Helix mandibularis entspricht offenbar dem cranialen und ventralen Abschnitt unseres Randwulstes. Dass dieser Teil nicht unabhängig von den Auricularhöckern, wie dies Gradenigo schildert (S. 48), entsteht, haben wir bei allen von uns untersuchten Objekten nachgewiesen. Das Hervorgehen des Tragus, der sich aus dem unteren Abschnitt des Helix mandibularis bilden soll, (S. 84), aus dem 1. Auricularhöcker zeigen unsere sämtlichen Objekte und ist auch an den Figuren ohne weiteres zu erkennen.

Die beiden Helices sollen sich dann dorsal und ventral von der Fossa angularis vereinigen (S. 84). Die dorsale — bei uns craniale — Vereinigung soll sich aber bald verlieren. Dies ist nicht möglich; es wandelt sich vielmehr diese Strecke in die definitive Helix um.

Die Verschmelzung zwischen Helix mandibularis und hyoidalis — oder wie wir sagen zwischen der herübergeneigten primitiven Scapha mit dem Randwulst — wird nach Gradenigo (S. 85) wie es ihm scheint hauptsächlich dadurch gelöst, dass der Helix

mandibularis einen Druck auf den Helix hyoidalis ausübt. Bei den von uns untersuchten Objekten findet eine Verklebung nur bei der Ratte statt. Dass hier eine Druckwirkung eine Rolle spielt, ist ausgeschlossen, und auch für andere Tiere wird sich jene Ansicht schwerlich vertreten lassen.

Gradenigos Schilderung (S. 85), dass von den beiden Helices entsprechend den zwei oberen Paaren der Auricularhöcker quergerichtete Fortsätze auf den Boden der Fossa angularis abgingen und diese in mehrere Abschnitte zerlegten, trifft in dieser Form weder für Kaninchen und Schwein noch auch für die Ratte zu. Ebenso werden bei keinem unserer Untersuchungsobjekte der 1. und 6. Auricularhöcker in die Tiefe gedrängt. Vielmehr bleiben sie an der Oberfläche und wandeln sich in Tragus und Antitragus um.

Die Untersuchungen von His und Schwalbe sind am menschlichen Material vorgenommen. Da uns solches, wie gesagt, leider nicht zur Verfügung stand, müssen wir es uns versagen, auf jene einzugehen.

Nach der Schilderung von Baum und Dobers ist es nicht ganz leicht, sich ein Bild von der Formgestaltung der Ohrmuschel des Schweines, die ja auch nur einen kleineren Teil der umfangreichen Untersuchung bildet, zu machen. Dazu sind Oberflächenbilder unerlässlich. Diese sind jedoch nur in sehr beschränkter Zahl gegeben. Durch die Schnittbilder können sie nicht ersetzt werden.

In der Hauptsache bin ich bei Untersuchung der Entwickelung des Schweineohrs zu gleichen Resultaten gelangt wie Baum und Dobers. In verschiedenen Einzelheiten kann ich jedoch den genannten Autoren nicht beistimmen. Nur auf letztere Punkte ist es nötig hier einzugehen.

Die Hauptmasse der Scapha wird, wie allgemein angenommen wird, von der freien Ohrfalte (Ohrmuschelfalte, primitive Scapha) geliefert. Die Entstehung der letzteren schildert

Baum und Dobers folgendermassen. Die ganze hyoidale Begrenzung der 1. Kiementasche beginnt oberflächenwärts zu wachsen und erhebt sich über die Oberfläche als eine fast dorsoventral gestellte Leiste, der Ohrmuschelfalte, welche gegen die Spalte hin die drei Höcker trägt, die sich naturgemäss beim Wachstum der Leiste an dieser in Falten ausziehen (S. 659). Das laterale Ende der mittleren dieser Falten bildet später die Spitze der Ohrmuschel (S. 621). Diese Ohrmuschelfalte besteht aus Knorpelgewebe (S. 686). Indem diese wächst, wird aus ihr ein die Oberfläche beträchtlich überragender Ohrmuschelfortsatz (S. 614), aus dem bei weiterer Entwickelung die Hauptmasse der Ohrmuschel hervorgeht (S. 637). Eine vollständig unabhängig von den hyoidalen Hügeln hinter diesen entstehende freie Ohrfalte nehmen danach Baum und Dobers nicht an, doch geben sie der Ohrmuschelfalte nach unserer Auffassung auch so noch eine zu grosse Selbständigkeit, jedenfalls lassen sie dieselbe nicht einfach aus den hyoidalen Hügeln direkt hervorgehen. Nach unseren Präparaten müssen wir dagegen behaupten, dass die Ohrmuschelfalte oder, wie wir sagen, die primitive Scapha, direkt aus den sich weiter entwickelnden 4., 5. und 6. Auricularhöckern entstehe. Dafür spricht auch, dass, wie wir gesehen haben, in der ersten Zeit dorsal von der noch leistenförmigen primitiven Scapha noch Teile der Auricularhöcker vorhanden sind. Es entsteht also die Leiste nicht dorsal von den Hügeln, sondern sie zieht auf den Hügeln entlang. Weiter beteiligt sich nach unserer Untersuchung an der Bildung der Scapha auch der Auricularhöcker 6a, nämlich der caudale Teil des 6. Auricularhöckers, insofern der in den Lobulus übergehende Abschnitt der Scapha daraus hervorgeht.

Das Vorhandensein der Plicae longitudinales an der Scapha spricht, wie wir meinen, auch dafür, dass die Ohrmuschelfalte direkt aus den Auricularhöckern hervorgeht. Der Auffassung, dass die Plicae dadurch auf die Ohrmuschelfalte gelangen, dass

sich letztere dicht an die Hügel anlegt und diese bei weiterem Wachstum in die Länge zieht, können wir uns nach unseren Beobachtungen nicht anschliessen. Auf das Schicksal des proximalen Endes der beiden Plicae, die aus dem 4. und 5. Auricularhöcker hervorgehen, ist bei der Besprechung der Anthelix einzugehen. In bezug auf die dem Auricularhöcker 6b entstammende Längsfalte, von der Baum und Dobers sagen, dass sie im Laufe der Entwickelung wieder verschwinde (S. 666 und 685), sei bemerkt, dass sie bei den von uns untersuchten Ohren von Schweineembryonen erhalten blieb und auch bei ausgewachsenen stets gut ausgebildet vorhanden war, wie sie auch die genannten Autoren und Schmidt abbilden. Sie läuft in den Winkel zwischen Crus helicis und unserem Crus anthel. inf. zugespitzt aus.

Auch unsere Schilderung der Entstehung des Antitragus weicht etwas von der von Baum und Dobers gegebenen ab. Nach unserem Befund sondert sich der 6. Auricularhöcker frühzeitig in zwei Teile (6a und 6b), von denen der eine (6b) später zu einem Teil der Scapha und caudalen Plica longitudinalis wird, während der andere (6a) sich an den 1. Auricularhöcker anlegt und mit diesem verwächst. An der Verwachsungsstelle, die auch bei Weiterentwickelung stets festzustellen ist, liegt später die Incisura intertragica. Der Auricularhöcker 6a bildet sich in den Antitragus, die Plica antitragica und den den Lobulus tragenden Scaphaabschnitt um. Der Antitragus geht also nach unserer Auffassung aus dem 6. Auricularhöcker hervor, während er sich nach Baum und Dobers nicht eigentlich aus dem Hügel 6 entwickelt, sondern aus der oralwärts umgebogenen Ohrmuschelfalte (S. 638 und 666). An anderer Stelle (S. 660) sprechen Baum und Dobers allerdings auch von dem „dem Hügel 6 entsprechenden Ende der Ohrmuschelfalte.“ Dass der Knorpel der Ohrmuschelfalte in den Auricularhöcker 6a hineinwächst, also auch die knorpelige Stütze des Antitragus bildet, steht mit unserer Auffassung natürlich nicht im Widerspruch.

Jene wächst nach den genannten Autoren, fast im rechten Winkel in direkt oraler Richtung, weniger lateralwärts, so dass oral vom Hügel 6 gleichsam ein neues Stück entsteht, das mit dem gegenüberliegenden Hügel 1 zusammenstösst: aus ihm entwickelt sich der Antitragus, deshalb heisst der ganze Teil Proc. antitragicus (S. 660). Nach unseren Präparaten ist der Proc. antitragicus identisch mit unserem Auricularhöcker 6a und ist ebenso früh vorhanden wie die übrigen Höcker. Er vereinigt sich auch schon früher mit dem 1. Auricularhöcker, bevor die Ohrmuschelfalte aufgetreten ist. Dies zeigen unsere Figuren wie auch die von Rabl. Auch Schwalbe sagt (S. 128). „Ebenso wenig entwickelt sich aber der Antitragus aus dem unteren Ende der hinteren Helixfalte (Ohrfalte im engeren Sinne), sondern aus dem Hügel 6 von His, also vor der Ohrfalte, aber im innigen Anschluss an ihre vordere laterale Fläche.“

Weiter sind wir verpflichtet unsere von Baum und Dobers abweichende Schilderung der Anthelixentwickelung zu motivieren. Die Klarstellung dieses Gegenstandes wird dadurch erschwert, dass jene Autoren keine Schilderung des ausgebildeten Schweineohres geben. Man darf aber wohl annehmen, dass die auf Veranlassung Baums von Schmidt ausgeführte Untersuchung über das Ohr des ausgewachsenen Schweines und die Darstellung desselben in Ellenbergers und Baums Handbuch von den genannten Autoren als gültig anerkannt wird. Danach besteht die Anthelix nur aus einem Teil, nämlich einem knopfartig vorragenden, rundlichen Gebilde, von dessen Mitte aus sich eine Plica longitudinalis nach dem vorderen Teile der Ohrspitze zieht (Schmidt S. 36). Diese Plica ist nun aber, wie sich bei Betrachtung verschieden alter Embryonen sicher feststellen lässt, aus dem 4. Auricularhöcker hervorgegangen. Ihre Wurzel entwickelt sich zu jenem knopfartig vorragenden Gebilde. Dagegen behaupten Baum und Dobers, dass die aus dem 4. Höcker entstandene Falte zwar den Boden der Fossa angularis

erreiche, daselbst aber kein bleibendes Gebilde hinterlasse (S. 662 und 666).

Bei der Schilderung eines 2 cm (Scheitelsteiss) langen Embryos sagen sie, der 2. Auricularhöcker bilde vereint mit dem gegenüberliegenden 5. einen die Fossa angularis quer durchziehenden Wulst, die spätere Anthelix (S 607). Nach unserer Deutung wird aus diesem vom 2. und 5. Auricularhöcker gebildeten Wulst jenes Gebilde der Concha, das Schmidt als den medialen Schenkel der Helix mit seiner senkrecht nach unten verlaufenden Leiste beschreibt und das wir als Crus helicis und Crus anthel. inf. geschildert haben. Ebenso würden wir ihre Angabe, dass die mittlere aus dem 5. Auricularhöcker hervorgegangene Falte die Anthelix bilde (S. 637 und 662) nach unserer Lesart so deuten, dass dieselbe Schmidts horizontalverlaufendes Stück des medialen Helixschenkels, das wir als Crus anthel. inf. auffassen, hervorgehen lasse.

Dagegen können wir eine Angabe von Baum und Dobers in unserem Sinne deuten, wenn sie, indem sie sich allgemeiner ausdrücken, an anderer Stelle sagen: „Nach unseren Untersuchungen gehen beim Schwein und Schaf aus dem Hügel 4 und 5 die Anthelix und zwei an der Innenfläche der Muschel verlaufende Längsfalten hervor, und aus dem Hügel 6 bildet sich ebenfalls eine Längsfalte." (S. 665.)

Baum und Dobers lassen aus der kleinen Grube zwischen Auricularhöcker 2, 3, 4, 5 die Scapha (gemeint ist wohl ein Teil der Scapha) hervorgehen (S. 660 und 604). Nach Schmidts Bemerkung (S. 13), dass Ellenberger-Baum die Cymba zur Scapha rechnen, könnte man annehmen, dass die Cymba gemeint wäre. Tatsächlich bezeichnen Ellenberger-Baum (Handbuch) beim Schwein die definitive aus jener Grube hervorgehende Concavität als Cymba. Nach unserer Untersuchung geht aber weder die Scapha noch die Cymba aus jener Gegend hervor, sondern allein die Fossa triangularis. Dies wird ver-

ständlich, wenn man berücksichtigt, dass aus Auricularhöcker 2 das Crus helicis, aus dem 3. die Helix, aus dem 4. das Crus anthel. sup. und aus dem 5 das Crus anthel. inf. hervorgeht. Da aber beim menschlichen Ohr, von dem jene Bezeichnung hergenommen ist, zwischen Helix und Crura anthelicis die Fossa triangularis liegt, so ist auch beim Schwein diese Grube als Fossa triangularis zu benennen.

Kastschenko (1887) nimmt beim Schwein nur 5 Auricularhöcker an. Wir halten dies nicht für zweckmässig, da hierdurch der Vergleich mit anderen Säugern, bei denen 6 Auricularhöcker gezählt werden, sehr umständlich wird. Tatsächlich ist auch der von uns als 3. Auricularhöcker bezeichnete Höcker, der von Kastschenko nicht anerkannt und darum nicht gezählt wird, bei unseren Objekten (vrgl. Fig. S. 1) nicht geringer als unser ebenfalls nicht stark hervortretender 4. Auricularhöcker ausgebildet.

Der genannte Autor bezeichnet bei frühen Stadien die weiteren Stellen der ersten Kiemenfurche als oberes, mittleres und unteres Ohrgrübchen. Die Bezeichnung Ohrgrübchen haben wir vermieden, da unter diesem Terminus allgemein die Labyrinthanlage verstanden wird. Das obere Ohrgrübchen haben wir unberücksichtigt gelassen, da es sofort verschwindet. Kastschenkos mittleres Ohrgrübchen entspricht unserer cranialen Erweiterung, sein unteres unserer caudalen (vgl. Fig. S. 3). Wenn auch Kastschenko die Entwickelung der Ohrmuschel nicht verfolgt hat, so hat er doch richtig angegeben, dass sein mittleres Ohrgrübchen später zur Fossa triangularis wird.

Rabl nimmt an, dass die Scapha wenigstens zum Teil direkt aus den Auricularhöckern hervorgeht. Er schreibt über das Kaninchen betreffs dieses Punktes (S 7): „Gegen den mittleren Höcker des Mandibularbogens wendet sich nun eine stumpf kegelförmige Erhebung des Hyoidbogens, welche, wie wir sehen werden, im weiteren Verlaufe der Entwickelung zu-

sammen mit dem distalwärts folgenden Gebiete dieses Bogens immer mehr in die Höhe wächst und die ganze oder fast die ganze Ohrmuschel liefert."

Allgemeine Ergebnisse.

In Vorstehendem haben wir unsere Beobachtungen geschildert, die an Tierformen gemacht wurden, von denen zwei[1] (Ratte und Kaninchen) derselben Familie angehören, die dritte (Schwein) den beiden ersteren aber recht fern steht. Man kann daher annehmen, dass diejenigen Erscheinungen, die bei allen drei Formen in gleicher oder doch ähnlicher Weise auftreten, für die Ohrmuschelentwickelung allgemeinere Bedeutung haben. Damit stimmt auch überein, dass andere Autoren bei der Untersuchung anderer Tierformen und des Menschen im grossen und ganzen zu gleichen Resultaten gelangt sind. Von den unsrigen abweichende Beobachtungsresultate haben wir, soweit es sich dabei um dieselben Untersuchungsobjekte wie die unsrigen handelte, zu erklären gesucht.

Das Schicksal der einzelnen Auricularhöcker ist offenbar auch bei recht differenten Formen in der Hauptsache gleich. Eine Übersicht unserer Kenntnisse gibt die nachfolgende Tabelle, die eine Erweiterung der von Schwalbe (S. 129) gegebenen vorstellt. Die hauptsächlichste Verschiedenheit in den Resultaten besteht in der Auffassung des Verhaltens des 4. und 5. Auricularhöckers zur freien Ohrfalte. Während nach unseren Beobachtungen dieselbe — wir bezeichnen sie als primitive Scapha — direkt aus den genannten Auricularhöckern hervorgeht, entsteht sie nach den anderen Autoren (ausser Rabl) unabhängig von jenen. Letztere geben mehrfach an, in früheren Stadien sei die freie Ohrfalte von den hyoidalen Auricularhöckern durch eine Furche getrennt. Dies haben wir nicht beobachten können. Wir halten es nicht für unmöglich, dass hier Deformierung der

Oberflächengebilde infolge der Fixierung zu den verschiedenen Deutungen Veranlassung gegeben hat.

Durch Verschmelzung des 1. und 6. Auricularhöckers wird die erste Kiemenfurche zur Fossa angularis abgeschlossen. Erhaltenbleiben und Umgestaltung eines Teils der Vertiefungen zwischen den Auricularhöckern, Verschmelzung der umgebenden Auricularhöcker führen zur Ausbildung der Fossa angularis und eines sie umgebenden gewulsteten Randes, des Randwulstes.

Durch Unterminierung des letzteren dehnt sich die genannte Grube weiter aus. Sie wird zur Concha. Aus dem Randwulst gehen Tragus und Antitragus, Helix und Teile der definitiven Scapha hervor. Die Lage der Incisura intertragica scheint eine konstante zu sein, so dass sie bei vergleichenden Untersuchungen als Ausgangspunkt dienen kann. Durch Vereinigung dieser letztgenannten Teile mit der primitiven Scapha entsteht die definitive.

Bei allen drei untersuchten Objekten treten auf der Innenfläche der Scapha Längswülste auf, die auf die hyoidalen Auricularhöcker zurückzuführen sind. Bei den Nagern verschwinden sie wieder, beim Schwein bleiben sie als Plicae longitudinales zeitlebens erhalten.

Eine allgemeine Erscheinung — die ja auch beim Menschen angedeutet ist — scheint das vorübergehende Hinüberneigen der primitiven Scapha über die Fossa angularis zu sein. Bei der Ratte tritt dabei eine epitheliale Verwachsung zwischen den genannten Gebilden ein, beim Kaninchen und Schwein nicht.

Bei letzteren legt sich die primitive Scapha geraume Zeit vor der Geburt wieder zurück und erscheint nun als definitive, während dies bei der Ratte erst nach der Geburt eintritt.

Verwachsungen der Wände am Cavum conchae finden bei allen drei Formen statt, die beim Schwein vor der Geburt, beim Kaninchen bald nach der Geburt, bei der Ratte erst einige Tage später gelöst werden. So werden die beiden Nager hilflos mit

Embryologische Bezeichnung	Definitive Ohrteile nach His	Gradenigo	Schwalbe	Baum u. Dobers	Henneberg
1. Mandibulare Höcker					
Ohrhügel Nr. 1	Tragus	in die Tiefe gedrängt (Proc. inf. hel. mand.)	Tragus	Tragus	Tragus
„ „ 2	Helix	Crus helicis	Crus helicis	Crus helicis, Anthelix	Crus helicis, Teil der Helix
„ „ 3	Helix	(Proc. sup. hel. mand.) rückgebildet	Teil der Helix ascendens (anterior)	Helix ascendens	Helix
2. Hyoidale Höcker					
Ohrhügel Nr. 4	Anthelix	(Proc. sup. hel. hyoid.). Crus inf. anthelicis zum Teil	Crus inferius anthelicis	craniale Plica long.	Teil der Scapha Crus anthel. sup.
„ „ 5	Antitragus	(Proc. inf. hel. hyoid.) rückgebildet	Crista anthel. infer.?	Anthelix. Mittlere Plica longit. Spitze der Ohrmuschel	Teil der Scapha Crus anthel. infer.
„ „ 6	Lobulus auriculae	in die Tiefe gedrängt	Antitragus	Caudale Plica long., die wieder verschwindet. Antitragus?	Teil der Scapha Antitragus Plica antitragica = Crista anthel. infer.
3. Helix hyoidalis, (Gradenigo), freie Ohrfalte, Schwalbe, Cauda helicis, (His)	Helix	Helix u. Antitragus	Helix posterior (hintere Helixfalte) Lobulus auriculae	Der übrige Teil der Ohrmuschel. Antitragus	—
4. Helix mandibularis, (Gradenigo)	—	Helix u. Tragus	Vordere Helixfalte (Teil der Helix ascendens	—	—

geschlossenen Augen und Ohren geboren, während das Schwein mit offenen Augen und Ohren zur Welt kommt und gleich auf eigenen Füssen steht.

Die Ohrmuschel der genannten Tiere macht während des Heranwachsens derselben noch weitere Veränderungen durch. Am auffallendsten sind diese bei der Ratte, weniger beim Kaninchen und am wenigsten beim Schwein.

Die Untersuchung und das Verfolgen von so geringen Niveaudifferenzen, wie sie bei den Auricularhöckern eine Rolle spielen, ist schwierig und nur anwendbar bei einer vollständigen Reihe von Embryonen, die in der Entwickelung nur wenig voneinander verschieden sind. Zuweilen scheint es auf diese Art tatsächlich nicht möglich zu sein, einzelne Gebilde auf bestimmte Auricularhöcker zurückzuführen, so, wenn frühzeitig Verwachsungen, die keine Spur hinterlassen, zwischen den einzelnen Auricularhöckern auftreten. Dass jedoch diese Methode etwas zu leisten imstande ist, zeigt sich darin, dass sie bei verschiedenen Tierformen zu gleichen Resultaten geführt hat. Sie ermöglicht es uns auch, die komplizierte Form der ausgebildeten Ohrmuschel zu deuten. Die Untersuchung weiterer Formen in der angegebenen Weise und hierauf eine eingehendere Erforschung der Nervenverbreitung werden weitere Aufschlüsse geben.

Figurenerklärung.

Die Figuren zeigen aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien der linken Ohrmuschel der Ratte (R.), des Kaninchen (K.) und des Schweines (S.).

Tafel 2, 3, 4.

Ohrmuschelanlage resp. Ohrmuschel.
I. der Ratte

und zwar

Fig. R. 1 eines Embryos von 13 Tagen, 6,5 mm grösste Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. R. 2 eines Embryos von 13 Tagen 12 Stunden, 8,2 mm grösste Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. R. 3 eines Embryos von 14 Tagen, 8 mm grösste Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. R. 4 eines Embryos von 14 Tagen 14 Stunden, 9,2 mm grösste Länge Vergr. 20 fach.

Fig. R. 5 eines Embryos von 15 Tagen, 9,6 mm grösste Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. R. 7 eines Embryos von 16 Tagen, 12,6 mm grösste Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. R. 9 eines Embryos von 17 Tagen, 15,4 mm grösste Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. R. 11 eines Embryos von 17 Tagen 12 Stunden, 20,8 mm grösste Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. R. 13 eines Embryos von 19 Tagen 20 Stunden, 27,6 m grösste Länge. Vergr. 10 fach.

Fig. R. 14 einer neugeborenen Ratte. Vergr. 10 fach.

Fig. R. 15 einer 3 tägigen Ratte. Vergr. 10 fach.

Fig. R. 16 einer $6^3/_4$tägigen Ratte. Vergr. 10fach.
Fig. R. 17 einer $12^1/_2$tägigen Ratte. Vergr. 5fach.
Fig. R. 18 einer fast 14tägigen Ratte. Vergr. 5fach.
Fig. R. 19 einer fast 20tägigen Ratte. Vergr. 5fach.
Fig. R. 20 einer ausgewachsenen Ratte. Vergr. $2^1/_2$fach.

Tafel 5, 6.

II. des Kaninchen

und zwar

Fig. K. 1 eines Embryos von 13 Tagen, 6,4 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.

Fig. K. 2 eines Embryos von 13 Tagen, 7,6 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.

Fig. K. 3 eines Embryos von 14 Tagen, 11,8 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.

Fig. K. 4 eines Embryos von $16^1/_2$ Tagen, 15,6 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.

Fig. K. 4* eines Embryos von $16^1/_2$ Tagen, 15,6 mm grösste Länge. Vergr. 20fach, primitive Scapha abgetrennt.

Fig. K. 5 eines Embryos von 18 Tagen, 20 mm grösste Länge. Vergr. 20fach, primitive Scapha abgetrennt.

Fig. K. 6 eines Embryos von 21 Tagen, 39 mm grösste Länge. Vergr. 10fach.

Fig. K. 7 eines neugeborenen Kaninchen. Vergr. $2^1/_2$fach.

Fig. K. 8 eines ausgewachsenen Kaninchen. Verkleinerung: $^1/_2$.

Fig. K. 8* eines ausgewachsenen Kaninchen; die Ohrmuschel ist an den bei der vorhergehenden Figur bezeichneten Stellen durchschnitten. Die Scapha ist ausgebreitet. Die beiden anderen Stücke sieht man von der distalen Schnittfläche her. Verkleinerung: $^1/_2$.

Tafel 7, 8, 9.

III. des Schweines

und zwar

Fig. S. 1 eines Embryos von 12,4 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.
Fig. S. 2 eines Embryos von 14,4 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.
Fig. S. 3 eines Embryos von 17,6 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.
Fig. S. 4 eines Embryos von 20,4 mm grösste Länge. Vergr. 20fach.

Fig. S. 5 eines Embryos von 26 mm grösste Länge. Vergr. 20fach, primitive Scapha abgetrennt.

Fig. S. 6 eines Embryos von 37 mm grösste Länge. Vergr. 20fach, primitive Scapha abgetrennt.

Fig. S. 6* eines Embryos von 37 mm grösste Länge. Vergr. 10fach.

Fig. S. 7 eines Embryos von 58 mm grösste Länge. Vergr. 10fach, primitive Scapha abgetrennt.

Fig. S. 8 eines Embryos von 86 mm grösste Länge, 105 mm Scheitelsteisslänge. Vergr. 5fach.

Fig. S. 9 eines Embryos von 220 mm Scheitelsteisslänge. Natürl. Grösse.

Fig. S. 10 eines neugeborenen Schweines; man blickt von der Spitze her in den Muschelgrund. Natürl. Grösse.

Fig. S. 11 eines ausgewachsenen Schweines. Verkleinerung: $^2/_5$.

Fig. S. 11* eines ausgewachsenen Schweines; man blickt von der Spitze her in den Muschelgrund. Verkleinerung: $^2/_5$.

Fig. S. 11** Muschelgrund eines ausgewachsenen Schweines. Die Scapha ist an der bei der vorhergehenden Figur bezeichneten Stelle abgeschnitten. Verkleinerung: $^1/_2$.

Die Figuren K. 8 und K. 8* sowie S. 11 und S. 11* u. S. 11** sind von Delfosse (Giessen), alle übrigen von Schilling (Freiburg i. Br.) gezeichnet.

Literaturverzeichnis.

1. Baum und Dobers, Die Entwickelung des äusseren Ohres bei Schwein und Schaf. Anat. Hefte. Bd. 28. Wiesbaden 1905.
2. Dobers, Über die Entwickelung der äusseren Ohrmuskulatur bei Schweine- und Schafembryonen mit Berücksichtigung der Ohrmuschel. Dissertation. Zürich 1903.
3. Ellenberger und Baum, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 10. u. 11. Aufl. 1903 u. 1906.
4. His, W., Anatomie menschlicher Embryonen. III. Zur Geschichte der Organe. Leipzig 1885.
5. Kastschenko, N., Das Schicksal der embryonalen Schlundspalten bei Säugetieren. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXX. 1887.
6. Keibel, F., Normentafel zur Entwickelungsgeschichte des Schweines (Sus scrofa domesticus). Erstes Heft der Normentafeln zur Entwickelungsgeschichte der Wirbeltiere, herausgeg. von F. Keibel. Jena 1897.
7. Krause, Rudolph, Entwickelungsgeschichte des Gehörorgans. Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere, herausgeg. von O. Hertwig. Bd. II, 1. Jena 1906.
8. Krause, W., Die Anatomie des Kaninchens. II. Aufl. Leipzig 1884.
9. Martin, Paul, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1902 (1904).
10. Minot and Taylor, Normal plates of the developement of the rabbit (Lepus cuniculus L.). Fünftes Heft der Normentafeln zur Entwickelungsgeschichte der Wirbeltiere, herausgeg. von F. Keibel. Jena 1905.
11. Rabl, Carl, Die Entwickelung des Gesichtes. I. Heft. Leipzig 1902.
12. Schmidt, Johannes, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Ohrmuschel verschiedener Säugetiere. Dissertation. Altenburg 1902.
13. Schwalbe, G., Das äussere Ohr. Handbuch der Anatomie des Menschen, herausgeg. von K. v. Bardeleben. Bd. V. Abt. 2. Jena 1897.

Aus dem anatomischen Institut zu Lund.
(Laboratorium von Professor Broman).

ÜBER DIE ENTWICKLUNG DER LIDRÄNDER, DER TRÄNENKARUNKEL UND DER NICKHAUT BEIM MENSCHEN, NEBST BEMERKUNGEN ZUR ENTWICKLUNG DER TRÄNENABLEITUNGSWEGE.

VON

Dr. med. FRITZ ASK,
PRIVATDOZENT AN DER UNIVERSITÄT LUND.

Mit 17 Figuren auf den Tafeln 10/22.

Das Verhalten der während der Fetalzeit auftretenden epithelialen Verklebung der Lidränder ist bis jetzt beim Menschen wenig studiert worden. Dasselbe gilt von der embryologischen Entwicklung der Organe, die von den späteren freien Lidränden ihren Ursprung nehmen, die Cilien mit ihren zugehörenden drüsigen Organen und die Lidtalgdrüsen (Meibomschen Drüsen). Den meisten, die mit diesen Sachen gearbeitet haben, hat ein Untersuchungsmaterial von nur einem oder ein paar Feten zur Verfügung gestanden; Krischewsky[1]), der beiläufig dieses Gebiet berührt, hat vier menschliche Embryonen untersucht; nur ein einziger Forscher, Königstein[2]), hat eine etwas mehr umfassende Untersuchung (an einer Serie von sieben Embryonen) gemacht. Seine Arbeit stammt aus dem Jahre 1884; die übrigen Untersuchungen [von Donders[3]), Schweiger-Seidel[4]), Grefberg[5]) u. a.] liegen zeitlich noch mehr zurück.

Über die Entwicklung der Caruncula lacrimalis, sowie über die des dritten Augenlides ist nur noch sehr wenig bekannt.

[1]) Zur Entwickelung des menschlichen Auges. Inaugural-Dissertation Würzburg 1894.

[2]) Histologische Notizen. v. Graefes Archiv f. Ophthalmologie XXX, I. 1884.

[3]) Untersuchungen über die Entwickelung und den Wechsel der Cilien. Ibid. IV, I, 1858.

[4]) Anatomische Mitteilungen. Virchows Archiv, Bd. 37, Heft 2. 1866.

[5]) Zur Lehre über die Entwickelung der Meibomschen Drüsen. Mitteilungen aus dem Embryologischen Institut der k. k. Universität in Wien II. 2. Wien 1882.

Ich habe es deshalb als lohnend betrachtet, die soeben erwähnten Verhältnisse mit Hilfe moderner Technik und Untersuchungsmethoden zu verfolgen. Hierbei bin ich auch dazu gekommen, die Entwicklung eines anderen, naheliegenden Gebietes zu berühren und zwar die Entwicklung des Tränenableitungsapparates, die gerade in den letzten Jahren durch die Arbeiten von Fleischer[1]) und Matys[2]) sich aufs neue die Aufmerksamkeit der Forschung zugezogen hat.

Eine besondere nähere historische Übersicht über die früheren Untersuchungen der Gegenstände der vorliegenden Arbeit kann ich ohne Nachteil dem Leser ersparen. Die diesbezüglichen Resultate, die die Forschung bis jetzt erbracht hat, werden in den verschiedenen Unterabteilungen meiner Arbeit ihre Erwähnung finden.

Die Forscher sind verschiedenen Prinzipien gefolgt, um die Entwicklungsstadien der untersuchten Föten zu bezeichnen. Bald hat man das Gewicht, bald die Gesamt- oder Rumpflänge dieser Bestimmung zu Grunde gelegt. Oft wird nur dieser oder jeder Fötalmonat mitgeteilt, ohne nähere Angaben, in welcher Weise das alles bestimmt worden ist.

Um das allgemeine Entwicklungsstadium des Embryos zu bezeichnen, habe ich als das einfachste gefunden, die Gesamtlänge anzugeben; nur bei einem der von mir untersuchten Embryonen, der, als ich diese Arbeit unternahm, schon in Serienschnitte zerlegt war, wird statt der Gesamtlänge die

1) Die Entwickelung der Tränenröhrchen bei den Säugetieren. von Graefes Archiv f. Ophthalm. LXII, 3, 1906.

2) Die Entwickelung der Tränenableitungswege. I. Zeitschr. f. Augenheilkunde XIV, Heft 3/4, 1905 und II. ibid., XVI, Heft 4, 1906.

Scheitel-Steisslänge angegeben. Die Längenmaſse sind nach den Angaben der gewöhnlichen Lehrbücher [z. B. Runge[1]) oder Oscar Schultze[2])] mit dem Altersmonat leicht zu vergleichen. Föten von ganz derselben Gesamtlänge können indessen doch, wie wir es auch im folgenden finden werden, in verschiedenen Beziehungen verschiedene Entwicklungsstufen darbieten.

Um die Gewichtsangaben der früheren Untersuchern mit der Länge bezw. dem Altersmonat zu vergleichen, benutze ich die Vergleichungstabelle, die von Oscar Schultze[2]) aufgestellt worden ist.

Eigene Untersuchungen.

Meine Untersuchungen sind auf Anregung von Herrn Prof. Broman und unter seiner Leitung ausgeführt worden. Ihm verdanke ich auch das meiste des hierbei benutzten Untersuchungsmaterials. Es sei mir bei dieser Gelegenheit erlaubt, ihm für das freundliche Interesse, das er meiner Arbeit gewidmet hat, meinen besten Dank auszusprechen. Ausserdem bin ich dem Herrn Professor Mollier in München, der einen menschlichen Embryo von 130 mm Länge, sowie dem Direktor des hiesigen anatomischen Instituts, Herrn Professor Fürst, welcher Schnittserien von zwei menschlichen Embryonen von 20 bezw. 40 mm Länge sowie die Hilfsmittel des Instituts zu meiner Verfügung gestellt hat, zu Dank verpflichtet.

[1]) Lehrbuch der Geburtshilfe, 7. Aufl. Berlin 1903.

[2]) Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1896.

Stadienbeschreibung.

I.

Embryo, 20 mm. Alkoholhärtung, Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 20 μ quer (etwas schräg) geschnitten. Pikrokarminfärbung.

Die Augenlidspalte steht noch weit offen. Nur lateralwärts hat sie begonnen, sich zu verschmälern und zwar in der Weise dass die obere, hier relativ viel mächtiger entwickelte Lidanlage sich der unteren Anlage, die einen verhältnismäfsig niedrigen Wulst darstellt, genähert hat. Die beiden vom Epithel der Körperoberfläche bekleideten Lidanlagen bestehen aus indifferenten mesodermalen Zellen. Temporalwärts sind sie mit einander zur äusseren Lidkomissur verschmolzen. Der spätere Konjunktivalsack ist weiter lateralwärts hinter dem äusseren Lidwinkel zu verfolgen. Nasalwärts, in dem gerade sich bildenden inneren Lidwinkel sieht man zwischen den inneren Enden des oberen bezw. des unteren Augenlidwulstes eine kleine, flach hügelförmige Auftreibung des Gewebes (vergl. Fig. 1).

Das untere Ende der Tränen-Nasenkanalanlage mündet nicht in die Nasenhöhle, sondern setzt sich vielmehr um deren äussere-untere Ecke vorbei weiter nach unten fort und ist hier noch an einigen Schnitten zu verfolgen, um in dem mesodermalen Gewebe blind zu enden. Die Kanalanlage verläuft in der Richtung von unten-innen nach oben-aussen. Ihr Verlauf ist kein gerader, sondern sie verläuft, wie es am besten auf der Figur 1 zu sehen ist, ziemlich geschlängelt, oder lieber fast zickzackförmig. Auch ist die Dicke, wie es aus der Figur hervorgeht, nicht ganz konstant; Partien, wo die Anlage knopf- oder fast sprossungsartig angeschwollen ist, wechseln mit schmäleren ab. Die Dicke ist oben ein klein wenig grösser. Vom obersten Endstück zweigen sich die beiden Tränen-

röhrchenanlagen ab. Die untere, schlanke Röhrchenanlage verläuft langgestreckt nach aussen (und ein wenig nach unten gerichtet) in einer Richtung, die gegen die des Hauptstammes fast senkrecht ist. Sie endet blind in dem mesodermalen Gewebe der unteren Lidanlage. Die obere Röhrchenanlage stellt nur einen dicken, langgestreckten Knopf dar (vergl. Fig. 1).

Sowohl die Tränen-Nasenkanalanlage als die Röhrchenanlagen sind ganz massiv und zwar aus rundlichen, epithelialen Zellen gebildet.

II.

Embryo 20,5 mm. Alkoholhärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 15 μ frontal (etwas schräg) geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Wir finden hier im grossen und ganzen dieselben Verhältnisse wie beim Embryo von 20 mm wieder, sowohl was die Entwicklung der Lider, wie auch was die des Tränenkanals bezw. der Tränenröhrchenanlagen betrifft. Es ist zu bemerken, dass auch hier das untere Ende der Kanalanlage sich in ganz derselben Weise wie im vorigen Falle an der Nasenhöhlenwand, sie fast tangierend, vorbeizieht, um ein wenig weiter nach unten blind im Mesenchym zu endigen. Die Verzweigung des oberen Endes der Tränenkanalanlage in die beiden späteren Tränenröhrchen ist auch ziemlich deutlich zu sehen. Wegen Schädigungen beim Präparieren sind die Röhrchenanlagen hier sehr schwer zu verfolgen; jedoch scheinen sie noch keine nennenswert höhere Entwicklung als beim vorigen Embryo erreicht zu haben.

III.

Kopf von Embryo, 33 mm. Formalinhärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 15 μ sagittal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

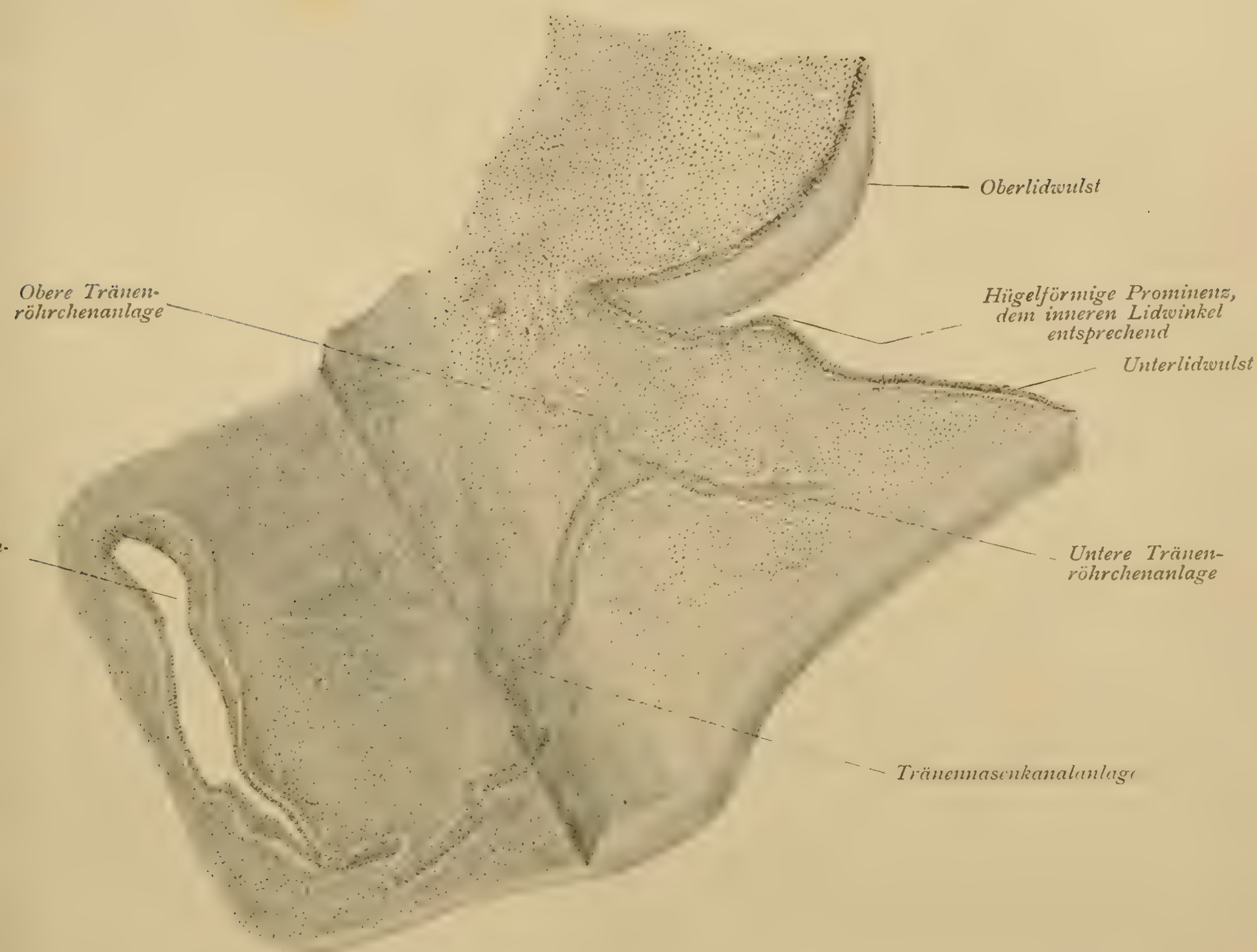
Nasal hat sich der innere Lidwinkel völlig ausgebildet und zwar erstreckt er sich etwas weiter nasalwärts von der nasalen Grenze des Augapfels als bei den späteren Stadien bezw. bei der reifen Frucht. Das Unterlid hat jetzt nasalwärts in der Höhe bedeutend zugenommen; lateralwärts stellt es nur noch einen ziemlich niedrigen Wulst dar. Das Oberlid ist mächtig entwickelt. Das Mesenchym der Lider ist vom Typus kernreiches, sehr junges Bindegewebe mit deutlichen Neubildungen von Gefässen.

Die beiden Lidränder sind einander entgegengewachsen und grossenteils schon durch epitheliale Verklebung vereinigt. Die oberste aus mehr plattgedruckten Zellen bestehende Zellschicht der Körperdecke (Epithrichium) zieht den Lidrändern mit fast unverändertem Aussehen vorbei, nur macht sie eine leichte Einkerbung entsprechend der Rinne zwischen den Lidrändern (vergl. unten). Man sieht weiter, wie die epithelialen Zellen der tiefsten Schicht der Oberhaut, bezw. Bindehaut (Stratum cylindricum) sich über die Lidränder fortsetzen, hier deutlich dichter stehend und höheren, wie gegen einander gepresst; dazwischen sind die Lidränder durch niedrige epitheliale Zellen von etwa demselben Typus wie die des Stratum intermedium der Oberhaut vereinigt. Diese Zellen sind nach vorn etwas grösser und heller; sie liegen hier mehrschichtig und füllen die zwischen den abgerundeten Lidrändern entstehende Rinne ziemlich vollständig aus. Die Zellschicht schmälert sich nach hinten ab und besteht hier nur aus 2 bis 3 Zelllagen (vergl. Fig. 2).

Die hintersten Zellen sind von demselben Typus wie die oberflächlichen flacheren Zellen des zweischichtigen Bindehautepithels.

Ganz in der Mitte der Rima ist die Verklebung noch nicht vollständig. Es liegt hier eine sehr kleine Spalte offen, die vom Epithel der Lider ausgekleidet ist. Dieses Epithel ist von dem-

Fig. 1.



Embryo I (20 mm) rechte Seite, nach Schnitten und nach dem Rekonstruktionsmodelle[1]) gezeichnet.

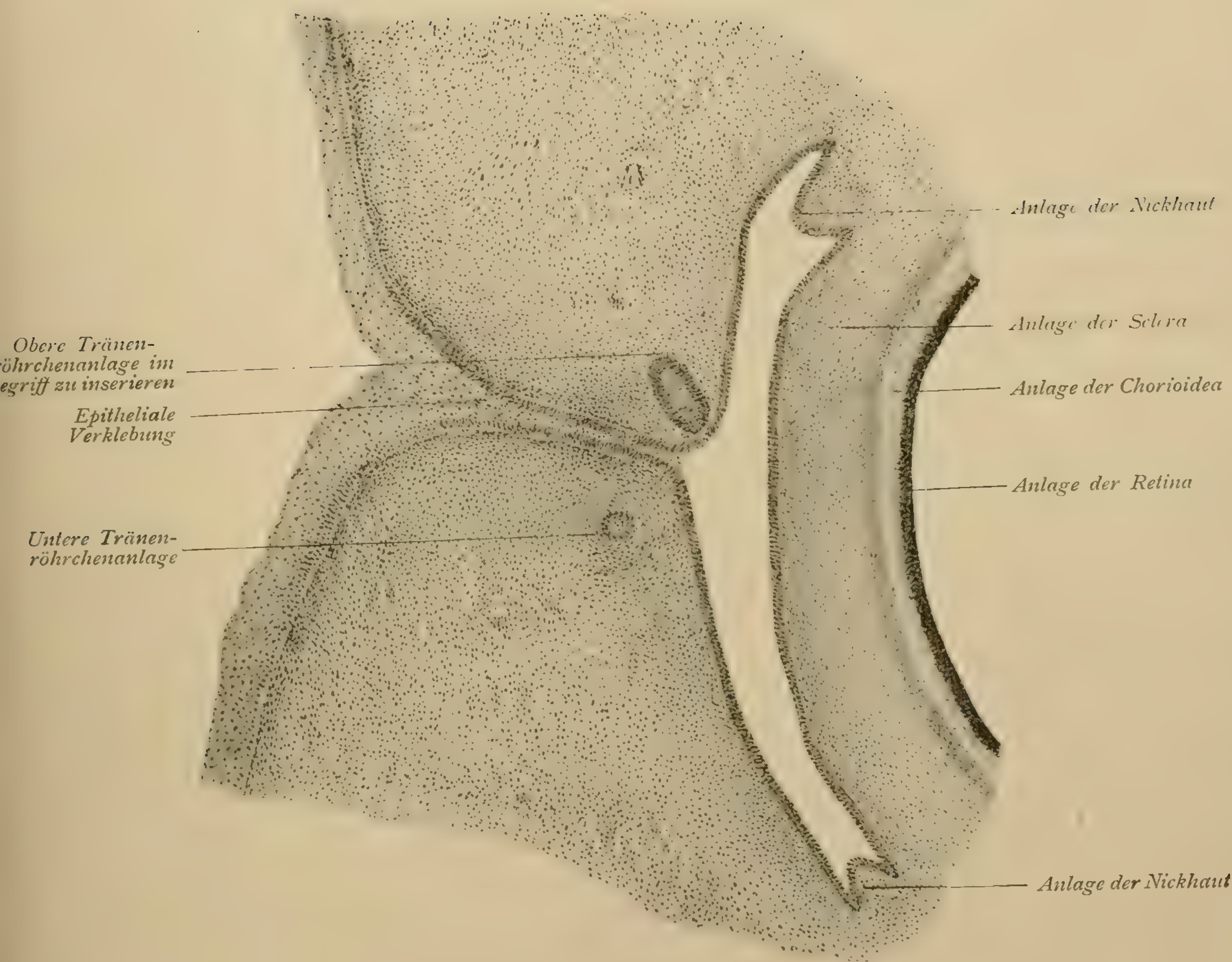
Vergr. 75/1.

---

[1]) Für die Rekonstruktionen habe ich in dieser Arbeit stets die Born sche Methode verwendet und zwar mit den von Broman („Die Entwickelungsgeschichte der Gehörknöchelchen", Wiesbaden 1899) angegebenen Modifikationen.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 2.



Embryo III (33 mm). Schnitt von der Nähe des inneren Lidwinkels.
Vergr. 75/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

selben Typus wie das der übrigen äusseren Lidbedeckung, also ein mehrschichtiges Plattenepithel, nur sind die oberflächlichen Zellschichten nicht so platt gedrückt, sondern mehr kubisch oder polygonal und die Zellen des Stratum cylindricum zeigen ähnliche Verhältnisse wie in den verklebten Partien der Lidränder.

Das dritte Augenlid hebt sich von der Grenze zwischen der Sclera bezw. Conjunctiva bulbi und der Conjunctiva palpebrarum, dem inneren Lidwinkel entsprechend als eine kleine, wallförmige, nach aussen konkave Prominenz hervor. Diese Prominenz wird aus noch fast undifferentiertem kernreichen mesenchymalem Gewebe gebildet, welches vom zweischichtigen Epithel von demselben Typus wie das der übrigen Bindehaut bekleidet ist (vergl. Fig. 2).

Das untere Ende der Tränen-Nasenkanalanlage, das gegenüber den früher beschriebenen Stadien nur wenig an Dicke zugenommen hat, zeigt in der Beziehung zur Nasenhöhle völlig dieselben Verhältnisse, die bei den früheren Stadien schon beschrieben worden sind. Der Verlauf der Kanalanlage nach oben-aussen ist auch hier kein gerader, sondern mehr zickzackförmig, von dickeren, ganz knospenartig aufgetriebenen Partien der Kanalanlage unterbrochen. Nach oben zweigen sich die beiden späteren Tränenröhrchen ab. Sie sind kleine, massive Epithelialstränge, beide im Querschnitt etwa 40 μ. Die mesenchymalen Zellen des Lidgewebes haben sich um die Tränenröhrchenanlagen circulär geordnet (vergl. Fig. 2). Die obere Röhrchenanlage verläuft horizontal und ein wenig nach oben gerichtet nach aussen. Ihr Durchschnitt nimmt nach aussen allmählich zu. Beim inneren Lidwinkel nähert sie sich dem Rande des Oberlids und endigt hier in unmittelbarer Nähe des Epithels des Lidrandes, doch ohne damit in Verbindung zu treten, wie es auf der Fig. 2 zu sehen ist.

Die untere Röhrchenanlage zeigt in ihrer ganzen Länge etwa denselben Querschnitt wie beim Ausgangspunkt von der

Tränen-Nasenkanalanlage. Sie verläuft horizontal (und ein wenig nach unten gerichtet) nach aussen und liegt dabei tiefer im mesenchymalen Gewebe als das obere Röhrchen und setzt sich bedeutend weiter lateralwärts als das letztgenannte fort, um blind im Gewebe des Unterlides zu endigen in unmittelbarer Nähe vom Epithel des freien Randes.

IV.

Embryo, 40 mm. Salpetersäurehärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 10—15 μ quer (etwas schräg) geschnitten. Pikrokarminfärbung.

In der lateralsten Partie der Augenspalte, sowie auch im inneren Augenwinkel liegen der obere und untere Lidrand ganz zusammen. In der Mitte ist die epitheliale Verklebung der Lidränder beim Präparieren zerstört worden. Das Unterlid ist hier auch lateralwärts weiter in die Höhe gewachsen.

Die Anlage des dritten Augenlids ragt als eine kleine vertikale, nach aussen konkave, wallförmige, wohl abgegrenzte, Prominenz von mesenchymalem, epithelbekleidetem Gewebe hervor, die von der Grenze zwischen der Conjunctiva bulbi und Conjunctiva palpebralis entspringt. In ihrer umfangreichsten Partie, die etwa dem inneren Augenwinkel entspricht, besitzt die Prominenz eine Breite von etwa 0,10 mm. Die Dicke überschreitet nicht die Hälfte hiervon. Nach oben und nach unten vermindert sich diese Bildung und verschwindet allmählich; nach unten kann man sie eine kurze Strecke weiter lateralwärts als nach oben zwischen das untere Lid und den Bulbus verfolgen.

Die Thränen-Nasenkanalanlage zeigt nach unten, wo sie die Verbindung mit der Nasenhöhle sucht, ziemlich ähnliche Verhältnisse, wie oben beim Embryo von 20 mm beschrieben worden ist. Eine wirkliche Verbindung mit dem Epithel der Nasen-

höhle ist noch nicht zu stande gekommen; man sieht sehr deutlich, wie das unterste Ende der Kanalanlage sich an der unteren-lateralen Ecke der Nasenhöhle vorbeischiebt und wie es hier das Epithel der Nasenhöhle fast tangiert.

Hier unten beträgt die Dicke der Kanalanlage nur etwa 40 μ. In ihrem Verlaufe nach oben und lateralwärts zeigt sie keineswegs überall dieselbe Dicke; schmälere und dickere, sprossenartige Partien wechseln miteinander ab. Nach oben und zwar am obersten Teile, wo die beiden Tränenröhrchenanlagen abgegeben werden, wird die Kanalanlage im grossen und ganzen etwas dicker.

Die Anlage des unteren Tränenröhrchens verläuft horizontal in einer Richtung, die zu der des Hauptstamms (Kanalanlage) fast senkrecht ist, eine Strecke weit lateralwärts im mesenchymalen Gewebe des unteren Lides. Hier macht sie zum Schlusse eine quere Biegung nach oben, um die Verbindung mit dem Epithel des unteren Lidrandes zu bekommen und zwar liegt diese Verbindung mehr lateralwärts als die der oberen Tränenröhrchenanlage, wie dieses auf der schematischen Fig. 3 zu sehen ist.

Die letztgenannte zeigt einen etwas grösseren Querschnitt als die untere Röhrchenanlage. Sie geht in einem kurzen, nach oben konkaven Bogen nach aussen, um die Verbindung mit dem Epithel des oberen Lidrandes in unmittelbarer Nähe des inneren Augenwinkels herzustellen. Der innere Augenwinkel überragt nun die nasale Begrenzung des Augapfels in geringerem Maſs als beim Embryo von 33 mm.

An der Stelle, wo die obere bezw. untere Röhrchenanlage die Verbindung mit dem Epithel des freien Lidrandes erreicht, zeigt das Gewebe eine kleine hügelförmige Auftreibung.

Von einer Aushöhlung der Kanalanlage oder der Röhrchenanlage ist in diesem Stadium noch keine Spur zu sehen.

V.

Kopf von Embryo, 55 mm Sch. St. Länge. Härtung in Müllerscher Flüssigkeit. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 20 μ frontal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Im Lidgewebe ist nach vorn die Bildung des M. orbicularis palp. schon deutlich. Nach dem Lidrande, sowie auch nach hinten, liegen die mesenchymalen Zellelemente dichter angehäuft, noch von etwa demselben Typus wie beim Embryo von 33 mm. Nur temporalwärts in der Nähe des äusseren Lidwinkels ist die epitheliale Verklebung der Lidränder noch erhalten, sonst ist sie beim Präparieren zerstört worden. Noch sind keine Anlagen von Haaren oder von Drüsen im Gebiete der Lider wahrzunehmen.

Das dritte Augenlid hat sich hier zu einer ziemlich beträchtlichen Bildung entwickelt, die, dem inneren Lidwinkel entsprechend, bezw. nach oben und nach unten von ihm, als eine kaum 0,10 mm dicke Falte von der Übergangsstelle zwischen Conjunctiva bulbi und Conjunctiva palpebralis ausgeht. Die Flächenausbreitung der Falte beträgt: Grösste Breite, etwa dem Lidwinkel entsprechend, 0,40 mm, grösste Länge von oben nach unten fast 2 mm, was beinahe ein Drittel des Umfangs des frontal geschnittenen Bulbus entspricht. Es besteht aus mesenchymalem Gewebe, dessen Elemente sich in die Länge gezogen haben und den Charakter von jungen kernreichen Bindegewebe angenommen haben; weiter ist die Neubildung von einzelnen Gefässen hier zu bemerken, sowie auch, etwa in der vertikalen Mittellinie der Nickhaut, einzelne Gruppen von Zellen, die mehr jungen Muskelzellen ähneln. Die Nickhaut wird von demselben zweischichtigen Epithel wie das der Bindehaut bekleidet.

Das untere Ende der Tränen-Nasenkanalanlage liegt in der unmittelbaren Nähe der unteren äusseren Ecke der Nasen-

höhle, jedoch dieser nach unten vorbeiziehend und zwar ganz in entsprechender Weise, wie es an den jüngeren Embryonen schon beschrieben worden ist. Von einer wirklichen Verbindung mit dem Epithel der Nasenhöhle ist nichts zu sehen.

Die Kanalanlage zeigt in ihren unteren Partien einen Querschnitt, der etwa 80 μ nicht überschreitet, sowohl nach unten als im weiteren Verlaufe nach oben-aussen, der zwar kein gerader ist, zeigen sich indessen Einschnürungen des Epithelstranges, wo die Dicke kaum mehr als die Hälfte des oben angegebenen Maſses beträgt; auch zeigen sich Verdickungen des Epithelstranges, die fast an das Bild einer beginnenden Drüsensprossung erinnern. Nach oben, wo die beiden Tränenröhrchenanlagen abgehen, beträgt die Dicke des Hauptstammes etwa 0,10 mm.

Die Dicke der unteren Tränenröhrchenanlage bleibt hinter der des Hauptstammes nicht zurück; der Verlauf ist aber hier kein ganz gerader, sondern die Anlage zeigt sich mehr geschlängelt, bald nähert sie sich dem Epithel, bald liegt sie etwas tiefer im Mesenchym.

Am distalen Ende der Tränenröhrchenanlage sieht man eine kleine Einkerbung, wo sie eine quere Biegung macht und fast senkrecht zur Hauptrichtung die Verbindung mit dem Epithel des unteren Lidrandes erreicht.

Die Anlage des oberen Tränenröhrchens besitzt wenigstens dieselbe Dicke wie die Tränenkanalanlage. Ihr Verlauf vom späteren Tränensack nach aussen ist wegen Schädigung beim Präparieren nicht zu verfolgen. Im mesenchymalen Gewebe des oberen Lides finden wir indessen die Anlage wieder, wo sie in einen nach oben-aussen konvexen Bogen, dessen Krümmung distalwärts stärker wird, die Verbindung mit dem Epithel des oberen Lidrandes erreicht und zwar noch auffallend mehr nasalwärts als die untere Tränenröhrchenanlage. Im Verhältnis zur

Umgebung stellen die Tränenröhrchenanlagen ziemlich mächtige Bildungen dar.

Sowohl die Tränen-Nasenkanal- wie die beiden Tränenröhrchen-Anlagen bestehen noch aus ganz soliden Epithelsträngen. Nur an der Stelle, wo die Röhrchenanlagen sich abzweigen, dem späteren Tränensack also entsprechend, zeigt sich zentral eine minimale Aushöhlung, die durch fortschreitenden Zerfall der zentralen epithelialen Zellen zu stande kommt.

VI.

Kopf von Embryo, 130 mm. Formalinhärtung. Entkalkung mit salpetersaurem Alkohol. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 20 μ sagittal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Die epitheliale Verklebung der Lider ist (beim Präparieren) teilweise getrennt worden. Man findet, dass dieselbe sich ein bischen distalwärts von den beiden Lidwinkeln fortsetzt und hier die gegeneinander in Falten liegenden Vorderflächen des oberen bezw. unteren Lides vereinigt.

Die Anlagen der Wimpern sind in diesem Stadium sehr deutlich zu sehen. Sie stellen verschiedene Entwicklungsstufen dar. Sie nehmen ihren Ursprung vom vorderen Teil der epithelialen Verklebung; ganz ausnahmsweise gehen sie von der freien vorderen Lidfläche aus, unmittelbar, wo diese mit dem vorderen Teil der Verklebung zusammenstösst. Die Anlagen sitzen an den Schnitten hintereinander in zwei bis drei unregelmäfsigen Reihen angeordnet, oft einander opponiert oder wenigstens annähernd opponiert in den beiden Lidern. Die am weitesten nach vorne gelegenen sind den hinteren in Entwicklung im allgemeinen voraus und ragen schon ziemlich tief ins Gewebe des Lides hinein, oft sogar bis zwischen die Fibrillen der Lidmuskulatur, die deutlich differentiiert ist. Die Entwicklung der

Wimperanlagen ist etwa die nämliche, sowohl in der Mitte der Augenspalte, wie gegen die Lidwinkel hin; sie scheint aber im allgemeinen etwas weiter vorgerückt im oberen als im unteren Lide zu sein, auch sind die Anlagen, wie man es erwarten konnte, zahlreicher im Oberlid.

Die Cilienanlagen stellen kleine Zapfen von epithelialem Gewebe dar, die, wie man es an den weniger entwickelten, hinteren Anlagen deutlich sieht, zuerst als Einsenkungen im mesenchymalen Gewebe des Lides von der tiefsten Schicht des Epithels der Lidränder entstehen. Die Zellen des Stratum cylindricum setzen sich an diesen Vertiefungen fort. Das Innere der in dieser Weise gebildeten Epithelknospe besteht aus rundlichen epithelialen Zellen. Die letztgenannten erscheinen hier etwas kleiner und liegen dichter zusammen als in der epithelialen Verklebung, die zylindrischen Zellen sind dagegen eher grösser — ihre Kerne sind jedenfalls grösser und verlängert — sie stehen auch etwas dichter zusammen.

Um die Epithelknospen gruppieren sich die nächstliegenden, hierdurch zusammengepressten mesenchymalen Zellen, zuerst ohne Zellvermehrung.

Wenn die Cilienanlagen ein bischen tiefer ins Gewebe hineingewachsen sind, findet man, dass sie zur Epithelfläche, wovon sie ihren Ursprung genommen haben, nicht senkrecht, sondern schräg nach hinten gerichtet sind, in entsprechender Weise, wie wir bekanntlich die Anlage der Körperhaare schräg gegen die Oberfläche gerichtet sehen. Die Zellen des Stratum cylindricum gehen nach hinten mit einer scharfen Biegung in entsprechender Schicht der epithelialen Verklebung über, nach vorn ist dieser Übergang weniger scharf.

Auch findet man an vielen von den mehr entwickelten Anlagen der vordersten Reihe nach vorn eine kleine seitliche, sekundäre Auftreibung des Epithelgewebes (vergl. Figg. 4 u. 5) von etwa entsprechendem Aussehen wie die primären am Lid-

rande; diese Auftreibungen entsprechen dem späteren Sitz der ciliaren Talgdrüsen (Zeissschen Drüsen) und sind als erste Anlagen dieser Organe zu deuten.

Das Ende dieser am weitesten entwickelten Anlagen ist angeschwollen. Die epithelialen Zellen stehen hier dichter zusammen, die spätere Haarkegelbildung andeutend; die Zellkerne des Mesenchyms haben sich deutlich vermehrt und begonnen sich dem künftigen Haarpapille entsprechend dichter anzuhäufen (vergl. Fig. 5, die bei stärkerer Vergrösserung eine der höher entwickelten Wimperanlagen abbildet).

Hinter den Cilienanlagen, in der Nähe der hinteren Grenze der epithelialen Verklebung und zwar dem künftigen Orte der Drüsenmündungen entsprechend, finden wir die erste Anlage der Lidtalgdrüsen (Meibomschen Drüsen). Sie sind noch nicht zahlreich und erscheinen als kleine rundliche Einsenkungen der tiefsten Epithelzellschicht ins Mesenchym. Sie scheinen in ganz derselben Weise wie die Cilien angelegt zu werden und zwar oft einander entgegen oder doch fast entgegen im oberen bezw. unteren Lide. Das Mesenchym hat in den hinteren Partien der Lider den Charakter von kernreichen Bindegewebe; es nimmt an der ersten Bildung der Anlagen der Meibomschen Drüsen keinen Teil. Später gruppieren sich die nächst liegenden, zusammengepressten, aber nicht vermehrten Mesenchymzellen kalottenförmig um die Drüsenanlage, wie es Fig. 6 zeigt. Die Entwicklungsstufen sind in sämtlichen Partien der Lidspalte etwa die nämlichen; von den Drüsenanlagen wechseln ganz minimale Gruben mit etwas tieferen Epithelknospen ab.

Nasalwärts vom oberen Punctum lacrimale (vergl. unten) findet man im Oberlid noch einige Cilienanlagen; von Anlagen der Meibomschen Drüsen sind hier keine zu sehen. Im Rande des Unterlids finden sich nasalwärts vom unteren Tränenpunkt keine Anlagen, weder von Cilien noch von Drüsen. Etwas weiter nach unten, an der hinteren Oberfläche des Unterlids findet man

aber hier eine wulstförmige Prominenz, die mehrere solche junge Anlagen enthält.

Das dritte Augenlid ist von dieser letztgenannten Bildung sehr deutlich zu unterscheiden. Es hebt sich dem inneren Lidwinkel entsprechend als eine dicke Falte an der Grenze zwischen Conjunctiva bulbi und Conjunctiva palpebrarum hervor. Diese Falte besteht hauptsächlich aus noch ziemlich kernreichen Bindegewebe. Ein zweischichtiges Epithel von demselben Typus wie das der Bindehaut — eine tiefere Schicht von kubischen, ein- (bis zwei) oberflächlichen von flacheren Zellen — bildet die Bekleidung der Nickhaut Die Membrana nictitans ist nach unten mächtiger entwickelt als nach oben, wie wir es auch bei dem reifen Embryo finden, und macht in dieser Weise der vorderen Wand eine kleine, nach innen-unten gerichtete Tasche aus, deren hintere Wand von der Conjunctiva bulbi gebildet wird. An der Vorderseite der Semilunarfalte finden wir oben eine leichte Vertiefung des Stratum cylindricum gegen das Mesenchym, die den deutlichen Eindruck einer beginnenden Drüsenanlage oder dergl. macht.

Die Anlage des Tränenkanals ist zum allergrössten Teil gehöhlt; zu einer freien Kommunikation mit der Nasenhöhle ist es aber noch nicht gekommen. Der Tränensack ist schon ziemlich deutlich abgegrenzt. Wie in den früheren, oben beschriebenen Stadien zeigen sich auch hier sprossungsartige Verdickungen der epithelialen Wände des Tränensacks bezw. des Kanals. Die beiden Tränenröhrchen münden mit einem gemeinsamen schmalen Endstück in den Tränensack. Sie sind ebenfalls zum grössten Teil ausgehöhlt, nur die distalsten Partien, wo die Röhrchen nach einer vertikalen Biegung an den Lidrändern inserieren. stellen noch ganz solide Epithelzapfen dar. Das obere Röhrchen inseriert weiter nasal als das untere. Das Erstgenannte zeigt lateralwärts einen Querschnitt von etwa 0,20 mm und ein Kaliber, das ungefähr ein Drittel hiervon beträgt; das untere

Röhrchen zeigt kaum mehr als die Hälfte von diesen Dimensionen. Beide schmälern sich nasalwärts, das obere am meisten. Sie sind in ihrem ganzen Verlauf von rings- und längslaufenden Bindegewebs- bezw. Muskelfasern umgeben. Der ganze Tränenröhrchenapparat stellt eine verhältnismäfsig beträchtliche Bildung dar.

VII.

Kopf von Embryo, 170 mm. Härtung in Flemmingscher Flüssigkeit. Entkalkung in salpetersaurem Alkohol. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 20 μ sagittal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Die Augenlider sind miteinander durch epitheliale Verklebung der Ränder vereinigt. Die hintere bezw. mittlere dünnere Partie der Verklebungsplatte hat sich sozusagen auf Kosten der vorderen, dickeren, früher (Embryo von 33 mm) im Sagittalschnitt dreieckigen Partie nach vorn verbreitet, indem die Lider gewachsen sind und die Lidränder infolgedessen in viel grösserer Ausdehnung als früher einander eng entgegen liegen; auch streckt sich die Verklebung nach aussen bezw. nach innen von dem lateralen bezw. nasalen Lidwinkel eine Strecke weit hin zwischen die hiesigen Falten der Lidhaut. Die zylindrischen Epithelzellen der tiefsten Schicht der Oberhaut bezw. der Bindehaut setzen sich wie von früherem Stadium beschrieben, am freien Rande des oberen, bezw. unteren Lides fort; sie liegen etwas dichter zusammen im Gebiete der Verklebung. Dazwischen finden sich mehr plattgedrückte und polygonale Epithelzellen von derselben typischen Form und dem gleichen Aussehen, wie die diesen entsprechenden Zellen vom Stratum intermedium der Oberhaut. Diese Zellen liegen ganz nach vorne mehrschichtig. Sonst kommen nur ein paar, höchstens drei Schichten vor. Die vordersten Zellen der Verklebung sind von

demselben Typus wie die oberflächlichen Zellen des Epitrichiums der Lidhaut, die hintersten gehen ohne Grenze in die ähnlichen, etwas plattgedrückten Zellen der obersten Schicht des zweischichtigen Bindehautepithels über. (Vergl. Figg. 7 u. 8.) An der Vorderseite der Verklebung sieht man hier und da kleine hügelförmige Anhäufungen von hellen Epithelzellen, die deutlich im Begriff sind abgestossen zu werden.

Die Anlagen der Wimpern treten deutlich hervor, niemals gehen sie von der freien Lidfläche aus, sondern sie nehmen alle ihren Ursprung von den verklebten Partien. Sie sind sämtlich nicht senkrecht gegen die Epithelfläche gerichtet, sondern schieben sich in der Richtung schräg nach hinten-oben bezw. -unten in das Gewebe der Augenlider hinein. Diese Epithelzapfen enden 0,2—0,3 mm tief in dem Lidgewebe, ja oft dringen sie noch tiefer hinein zwischen die Fibrillen der Lidmuskulatur. Sie sitzen in 2—3 unregelmäfsigen Reihen hintereinander angeordnet, oft einander entgegen oder wenigstens fast entgegen im Ober- bezw. Unterlid. Die Cilienanlage der hinteren Reihe zeigt hier im allgemeinen etwa dieselbe Entwicklungsstufe wie die meisten von den der vorderen beim Embryo von 130 mm; die der vorderen Reihe sind am Ende kolben- oder flaschenförmig angeschwollen und zwar ist hier die Anlage der Haarpapille völlig deutlich. Die bindegewebige Papille schiebt sich schon tief in den Hohlkegel der epithelialen Anlage hinein. Der Haarkegel ist mehrfach deutlich markiert. Von Haarschäften ist noch nichts zu sehen. Von den Ciliardrüsen sind nur die Anlagen der Talgdrüsen zum Vorschein gekommen. Sie erscheinen, wie beim Embryo von 130 mm, als kleine Auftreibungen des epithelialen Gewebes an der Vorderseite der Cilienanlagen. Vereinzelte Anlagen zeigen doch schon in ihrer Mitte Zellen vom charakteristischen Aussehen der Talgdrüsen-Zellen.

Nasal vom unteren Tränenpunkte (vergl. unten) sieht man sehr vereinzelte Cilienanlagen und zwar nur in der allernächsten

Nähe desselben. Im oberen Lide setzen sich die Cilienanlagen nasalwärts vom Tränenpunkte eine Strecke weiter fort (vergl. Fig. 8).

Es ist zu bemerken, dass wir in den die Lider umgebenden Hautpartien zahlreiche junge Anlagen von Wollhaaren finden, im Bereiche der eigentlichen Lider sind sie noch nicht zahlreich zum Vorschein gekommen (vergl. Fig 7).

Hinter den Cilienanlagen, in der Nähe der hinteren Grenze der epithelialen Verklebung und zwar dem späteren Platz der Drüsenmündungen entsprechend, finden wir die Anlage der Meibomschen Drüsen, welche jetzt kleine, senkrecht zur epithelialen Verklebungsplatte in das Gewebe der Lider hineinragende Epithelknospen darstellen. Sie sind zapfenförmig und zeigen kaum die Dicke der Cilienanlage. Auch dringen sie mit sehr wenigen Ausnahmen nicht so tief wie die letztgenannten in das Gewebe hinein. Einige der Drüsenanlagen sind nur erst halbkugelförmige oder halbovale Anhäufungen von epithelialen Zellen, die sich sehr wenig in das Gewebe der Lider eingesenkt haben. Um diesen Epithelzapfen haben sich die nächstliegenden bindegewebigen Zellen des Mesenchyms kalottenförmig angeordnet, wie es scheint durch den herauswachsenden Zapfen zusammengedrückt, aber augenscheinlich jetzt auch mit einer gewissen Vermehrung der Zellelemente. Von einer weiter fortgeschrittenen Entwicklung der Drüsen (und Cilien-) Anlagen in bestimmten Partien der Lidspalte ist nichts zu sehen. Die Drüsenanlagen liegen lateralwärts in den beiden Lidern mit ziemlich gleichmäfsigen Zwischenräumen und zwar oft paarweise einander gegenüber oder doch fast gegenüber. Nasalwärts unterliegt indessen diese fast gesetzmäfsige Gruppierung einer frappanten Veränderung (vergl. Fig. 9). In dem oberen Lide liegen hier die Drüsenanlagen immer dichter zusammen, je näher man dem oberen Tränenröhrchen (vergl. unten) kommt, und in dessen unmittelbarer Nähe liegen die betreffenden Epithel-

körperchen einander so nahe, dass sie an mehreren Stellen fast wie eine zusammenhängende, sozusagen wellenförmige Epithelleiste verschmolzen erscheinen. Nasalwärts vom Punctum lacrimale finden sich im Oberlid keine Drüsenanlagen mehr. Im Unterlid liegen die Anlagen der Meibomschen Drüsen auch nasalwärts bis zum Punctum lacrimale inf. mit etwa denselben ziemlich regelmäfsigen Zwischenräumen, wie in den lateralen Partien der Lidspalte. Folgt man jetzt den Schnitten weiter nasalwärts vom Punctum lacrimale, so findet man schon bald die Drüsenanlagen wieder mit völlig demselben Aussehen wie oben beschrieben worden ist. Sie liegen aber nicht mehr im späteren freien Rande des Augenlids, sondern sie entspringen mehr nach hinten bezw. nach unten von der dem Augapfel bezw. der Membrana nictitans (vergl. unten) zugewendeten Oberfläche des unteren Lides (vergl Fig. 7). Man sieht hier die Andeutung einer wallartigen Prominenz. Weiter nasalwärts wird diese Prominenz zu einem dicken Wulst von epithelbekleidetem Mesenchymal-Gewebe, der mit Epithelknospen von demselben Aussehen wie die Cilien- bezw. Meibomschen Drüsen-Anlagen der Lidränder förmlich gespickt ist (vergl. Fig. 8). Dieser Wulst, der die Anlage der Caruncula lacrimalis sein muss, hat mit dem oberen Lide und auch mit der Membrana nictitans (vergl. unten) gar keine Verbindung.

Nicht weit nasalwärts von der vertikalen Mittellinie der Augenspalte sieht man an den Schnitten die letztgenannte Bildung, die hier als eine kleine, wulstförmige Erhebung der Bindehaut des unteren Fornix hervortritt. Diese Erhebung ist als ein niedriger Wall nasalwärts zu verfolgen; sie nimmt zuerst nur sehr allmählich in der Höhe zu. Etwa der Stelle des unteren Tränenpunktes entsprechend wird sie schnell viel höher, gleichzeitig geht sie nicht mehr vom Fornix aus, sondern nimmt ihren Ursprung immer mehr nur von der Bindehaut des Augapfels, mit der sie etwa dem oberen Tränenpunkte gegenüber

auch nach oben in Verbindung tritt. Das dritte Augenlid zeigt hier in seiner (horizontalen) Mitte, der Lidspalte entsprechend, eine bedeutende Dicke (vergl. Fig. 7). Einige Schnitte mehr nasal erreicht man den Fundus der Tasche, die vom dritten Augenlide und der Conjunctiva bulbi gebildet wird. Nach vorn liegt die Membrana nictitans der Caruncula lacrimalis so dicht an, dass die erstgenannte eine grubenförmige Einpressung, der Caruncula entsprechend, erfahren hat (vergl. Fig. 7), ohne doch, wie gesagt, dass diese beiden Bildungen in irgend eine wirkliche Verbindung mit einander treten. An der vorderen Oberfläche der Nickhaut ist nach oben eine einzige Epithelknospe zu sehen, die wie eine Drüsenanlage oder dergl. von dem Epithel in das mesenchymale Gewebe hineindringt (vergl. Fig. 7). Das letztgenannte besteht hauptsächlich aus kernreichem Bindegewebe. Die Membrana nictitans stellt noch in diesem Stadium eine verhältnismäfsig etwas mächtigere Bildung dar als bei der reifen Frucht.

Der Tränen-Nasenkanal — denn es handelt sich hier um eine grössenteils völlig ausgehöhlte Bildung — ist nach unten mit dem Epithel der Nasenhöhle in Verbindung getreten. Diese Verbindung ist aber noch nicht kanalisiert. Von der Nasenhöhle steigt jetzt der Kanal nach oben, etwa seinen endgültigen Verlauf einnehmend. Das Kaliber wechselt zwischen 0,10—0,15 mm. Er geht nach oben in den Tränensack über. Die beiden Tränenröhrchen münden mit einem kurzen gemeinsamen Endstück in die obere äussere Ecke des Tränensackes (vergl. Fig. 9). Sowohl das Endstück wie die beiden Canaliculi sind ausgehöhlt, die Wände bestehen aus mehreren Schichten kubischer (in der Peripherie) und rundlicher epithelialer Zellen. Peripher sind die Wände von zirkulär- und längsverlaufenden Bindegewebs- bezw. Muskelfasern umgeben, wie es an den Figuren 7 und 8 zu sehen ist.

Das untere Röhrchen verläuft nach aussen und etwas nach

unten gerichtet eine Strecke weit lateralwärts und gewinnt durch eine ziemlich quere Biegung seines lateralen Endstückes nach oben die Verbindung mit dem Epithel des hinteren Teiles des Lidrandes. Nasalwärts zeigt das Röhrchen die kleinste Dicke Die Aushöhlung ist hier ganz minimal. Lateralwärts erreicht es allmählich mehr als den doppelten Querschnitt und das Kaliber der Aushöhlung wird dementsprechend vergrössert. Beim Umbiegen vermindert sich der Umfang des Röhrchens wieder durch eine quere Einschnürung; auch ist es hier nur erst sehr unvollständig kanalisiert. Das Punctum lacrimale inf. liegt etwas mehr lateralwärts als das unten zu besprechende Punctum lacrimale sup. (vergl. Fig. 9).

Das obere Tränenröhrchen zieht von der Bifurkation horizontal nach aussen. Es besitzt schon nasalwärts einen Durchschnitt, der etwas grösser ist als der des unteren Röhrchens; das Kaliber überschreitet hier 20—30 μ nicht. Lateralwärts nimmt das Röhrchen an Umfang und Kaliber allmählich zu.

Eine Strecke lateralwärts vom inneren Lidwinkel macht der Canaliculus eine quere Biegung nach unten und gewinnt die Verbindung mit dem Epithel des Lidrandes in genau derselben Weise, wie dieses schon beim unteren Röhrchen beschrieben worden ist; diese Verbindung liegt, wie oben gesagt, etwas nasal vom unteren Tränenpunkte (vergl. Figg. 7, 8, 9).

Es ist besonders hervorzuheben, dass der ganze Tränenröhrchenapparat, und zwar besonders dessen laterale Teile, in diesem Stadium eine ziemlich beträchtliche Bildung ist, welche in den betreffenden Augenlidpartien verhältnismäfsig viel Raum aufnimmt.

VIII.

Augenlider von Embryo, 170 mm. Formalinhärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 10 μ sagittal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Die epitheliale Verklebung der Lidränder ist von etwa derselben Dicke und Ausbreitung wie im vorigen Fall. Die Cilienanlagen scheinen sämtlich aus den verklebten Partien der Lidränder entsprungen zu sein, die sich ebensoviel nach vorne wie nach hinten von den späteren Balgmündungen erstrecken. Die Bildung der Haarpapille und der bindegewebigen Hülle des Haarbalges sowie die des Hohlbulbus, die der äusseren Wurzelscheide, des Haarkegels und der in eine Spitze ausgezogenen inneren Wurzelscheide ist bei den meisten Cilienanlagen der vorderen Reihen, die wie früher im allgemeinen mehr entwickelt sind als die hinteren, sehr deutlich zu sehen.

In die spätere Balgmündung und zwar vom Haarkegel bezw. von der inneren Wurzelscheide noch ziemlich entfernt zeichnen sich die zentralen Zellen (Haarkanalzellen) durch eine geringere Färbbarkeit aus; innerhalb der Zellkörperchen sind zahlreiche minimale dunkle Körnchen zu sehen, die sich bei stärkerer Vergrösserung genügend deutlich als ein beginnender, ganz freistehender, Verhornungsprozess manifestieren. In den Zellen der Oberhaut der Lider kommen auch vereinzelte (Keratohyalin-?) Körnchen, aber noch nur ganz spurweise vor.

Der sogen. »Wulst« (Haarbeet) wird durch eine Auftreibung der epithelialen Haaranlage angedeutet, die zwischen der Papille und der Talgdrüsenanlage (vergl. unten) zum Vorschein gekommen ist und zwar an der Vorderseite am stärksten ausgeprägt ist (vergl. Fig. 10).

Etwa $^1/_3$—$^1/_4$ von der Länge der Cilienanlage von dem Lidrande entfernt finden wir seitlich, und zwar an der Vorderseite, an den Cilienanlagen die Talgdrüsenanlagen als hügelförmige, etwas knotige Erhebungen, deren zentrale Zellen schon das charakteristische Aussehen der grossen, wenig färbbaren Talgdrüsenzellen zeigen (vergl. Fig. 10). Ausserdem sind an diesem Fötus noch die Anlagen der ciliaren Knäueldrüsen (Mollschen Drüsen) zum Vorschein gekommen. Von den höher entwickelten

Fig. 3.

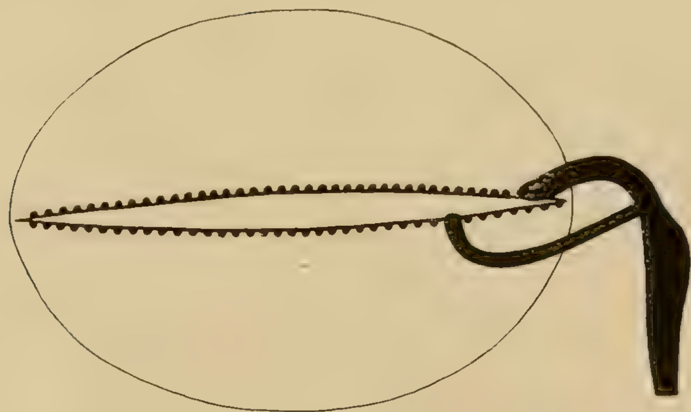
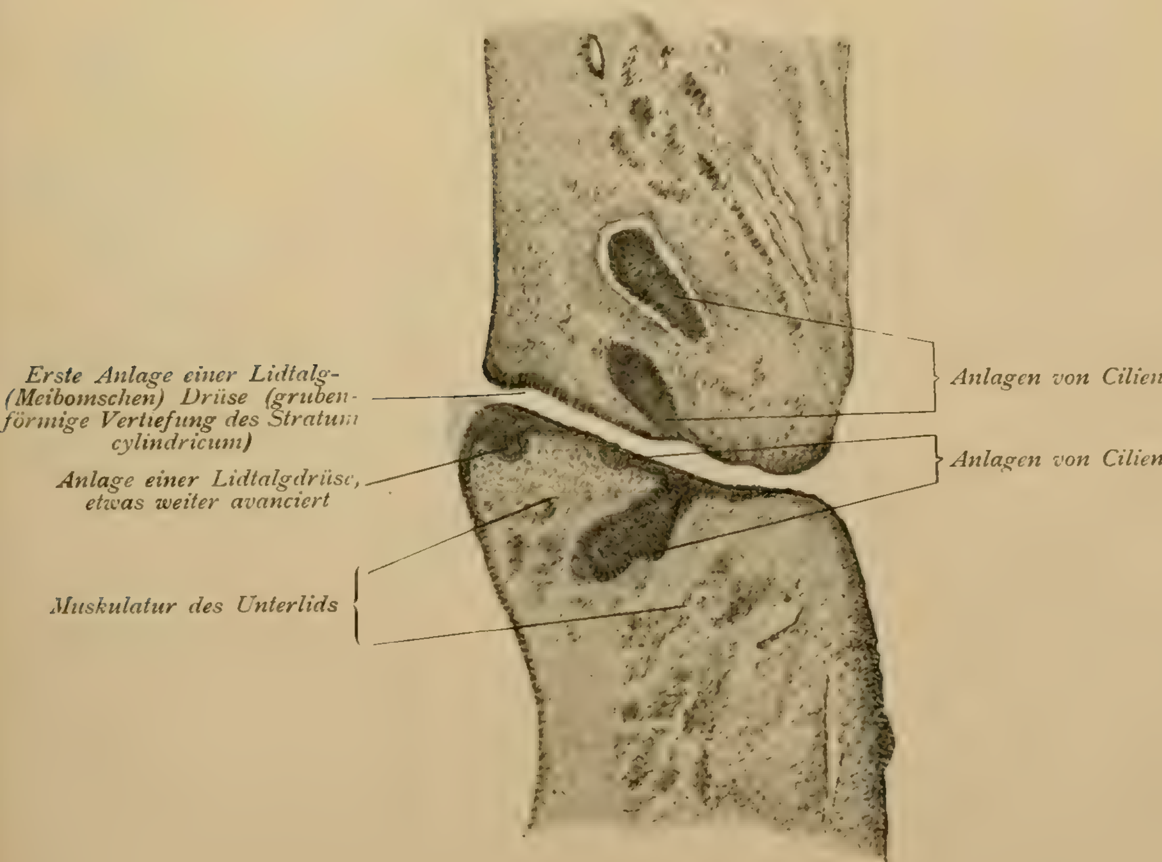


Fig. 3 stellt die verschiedene Insertionsweise der oberen bezw. unteren Tränenröhrchenanlage in den beiden Augenlidern des Embryos IV (40 mm) dar. Die Drüsenanlagen, wovon in diesem Stadium noch keine Spur zu sehen ist, sind ganz schematisch eingezeichnet.

Nach dem Rekonstruktionsmodelle gezeichnet.

Vergr. 50/1.

Fig. 4.



Embryo VI (130 mm). Schnitt von der Mitte der Augenspalte (die epitheliale Verklebung ist künstlich zersprengt worden).

Vergr. 100/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 5.



Die am meisten entwickelte Cilienanlage des Unterlids von Fig. 4, stärker (500/1) vergrössert.

Fig. 6.



Die am meisten avancierte Anlage der Lidtalgdrüse von Fig. 4. Dieselbe Vergrösserung wie in Fig. 5.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Cilienanlagen geht nämlich eine sehr feine, langgestreckte Epithelsäule hervor, die als eine Ausbuchtung des Stratum cylindricum nach vorne unmittelbar vor den Talgdrüsenanlagen entspringt und nach einer queren Biegung fast geradlinig in etwa derselben Richtung, wie die Wimperanlage selbst, schräg nach hinten-oben bezw. -unten verläuft. Sie sind von verschiedener Länge, oft enden sie erst auf etwa derselben Tiefe wie die Haarpapille und zwar meistens mit einer birnförmigen Anschwellung aus kleinen rundlichen epithelialen Zellen oder auch stumpf abgerundet. Ihre äussere Begrenzung besteht sonst aus ziemlich niedrigen epithelialen Zellen, die in einfacher Schicht um ein noch nicht gehöhltes, von ein paar Schichten von rundlichen Epithelzellen ausgefülltes Zentrum gruppiert sind. Die umgebenden Mesenchympartien zeigen keine Veränderungen (vergl. Fig. 10).

Es sind mehrere kleine Anlagen der Wollhaare an der vorderen Lidfläche zu sehen und zwar zeigen sich Anlagen von völlig demselben Typus und Entwicklungsstadium auch am vordersten Teil der verklebten Lidpartien (vergl. Fig. 10).

Die Anlage der Meibomschen Drüsen, in denen die Gruppierung der Epithelzellen sowie auch die Anordnung der umgebenden Mesenchymzellen infolge der dünnen Schnitte deutlicher als beim Embryo VII hervortritt, scheint im ganzen hier nicht viel weiter vorgeschritten zu sein als bei jenem Embryo (vergl. Fig. 10).

Die Anordnung der Cilien- und Drüsenanlagen im oberen bezw. unteren Lide ist ganz genau dieselbe wie wir im vorigen Falle eingehend beschrieben haben. Auch was die Caruncula betrifft, begegnet uns das entsprechende Bild, nur sind die Cilien- bezw. Drüsenlagen auch hier etwas weiter entwickelt. Die Haaranlagen entsprechen doch meistens nur etwa dem in Fig. 5 abgebildeten Stadium. In der Caruncula habe ich keine Anlagen der Mollschen Drüsen finden können.

Das Tränenröhrchensystem zeigt völlig ähnliche Verhältnisse wie beim vorigen Embryo.

IX.

Augenlider von Embryó, 250 mm. Pikrinsäure-Alkoholhärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 10—15 μ sagittal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Zwischen den beiden Reihen von Zellen des Stratum cylindricum, die die direkte Fortsetzung der tiefsten Epithelzellenschicht der Oberhaut, bezw. Bindehaut nach dem späteren freien Rande der Augenlider ausmachen, finden sich hier 3—4—5 Schichten von mehr plattgedrückten, epithelialen Zellen. Ausserhalb der Lidwinkel setzt sich eine Faltenbildung der Oberhaut mit Verklebung der gegeneinander gewendeten Fläche eine Strecke weiter fort, am weitesten lateralwärts, wo fast $^1/_8$ der ganzen Breite der Verklebung ausser dem Lidwinkel liegt.

Die ganze Verklebungsplatte ist in der Mitte der Rima von etwa derselben Dicke. Gegen die Lidwinkel hin ist die zwischen den Anlagen der Cilien und den der Meibomschen Drüsen gelegenen Partie der Verklebung ein klein wenig dicker und zeigt hier 4—5—6 Schichten von den intermediären Zellen. Die Lidränder werden dementsprechend hier schwach rinnenförmig vertieft. Viele von den intermediären Zellen und zwar besonders die der mittleren Schichten zeigen bei stärkerer Vergrösserung vereinzelten Vakuolenbildungen, sowie weniger färbbaren Zellkerne. Sie machen im grossen und ganzen den Eindruck von schlechterer Ernährung. Die besonderen Verhältnisse der vorderen und hintersten Partien der Verklebung werden unten in der Beschreibung von den Cilien und den Meibomschen Drüsen ihre Erwähnung finden.

Die meisten Cilien sind voll entwickelt und zeigen jetzt lange Haarschäfte. Ihre Wurzeln liegen in der Regel sehr tief im Lid-

gewebe, in 2—3 unregelmäfsigen Reihen hintereinander, zwischen den Fibrillen der Lidmuskulatur und zwar scheinen die Cilien sogar etwas weiter nach hinten in das Lidgewebe hinein zu reichen, als dies bei dem reifen Embryo der Fall ist, so dass die Haarwurzeln der hintersten Reihe ganz in der Nähe, ja sogar zwischen den Meibomschen Drüsen (vergl. unten) liegen. Die Cilienwurzeln kommen somit in engerer Beziehung zu den Lidgefässen (Arcus art. marginal.) zu liegen. Die Haare ziehen alle schräg von hinten nach dem Lidrande. Sie nehmen hier ihren weiteren Weg durch die epitheliale Verklebung zwischen den Lidrändern, wo sie alle in Kanälen im Stratum intermedium verlaufen, um die Oberfläche zu erreichen.

Diese Kanäle (vergl. Figg. 11 u. 12) sind nach hinten bis zu den Mündungen der Balgdrüsen zu verfolgen. Die meisten öffnen sich an der Oberfläche allein oder mehrere zusammen; vereinzelte aus der hintersten Cilienreihe, deren Haare noch nicht immer genügend herausgewachsen sind, enden noch blind innerhalb der Verklebung und zwar um die meistens etwas eingerollte Spitze der darin liegenden Cilie.

Der Verlauf der Kanälchen ist kein gerader. Die meisten verlaufen von den späteren Balgmündungen in einem gegen den opponierten Lidrande konvexen Bogen, wo augenscheinlich das herauswachsende Haar einen oft sogar tiefen Eindruck im Lidrande gemacht hat (vergl. Figg. 11 u. 12). Der weitere Verlauf durch die Verklebung zur Oberfläche folgt meistens in einer horizontal mehr oder weniger an der einen oder anderen Seite gebogenen Richtung.

Sämtliche Kanälchen enthalten, wie oben angedeutet, ein Wimperhaar, oder wenn zwei oder mehrere Kanälchen zusammengeflossen sind, eine entsprechende Anzahl von Haaren. Nur ausnahmsweise finden sich auf den Schnitten keine Haarstückchen in den Kanälen, und wenn man rekonstruiert, findet

man, dass dieses nur so zu erklären ist, dass das betreffende Haarstück beim Präparieren in einzelnen Schnitten ausgefallen ist.

Das Kaliber der Kanälchen ist aber viel grösser als was den Dimensionen des Wimperhaares entsprechen würde. Sie enthalten ausserdem abgestossene, nicht färbbare Zellreste; da sie mit den Mündungen der Balgdrüsen in freier Kommunikation stehen und da diese Drüsen (vergl. unten) augenscheinlich sezernieren, muss man annehmen, dass die Kanälchen auch Drüsensekret enthalten haben, das allerdings beim Präparieren vernichtet worden ist. Die Wände der Kanälchen bestehen aus plattgedrückten Epithelzellen, deren Kerne nicht mehr färbbar sind und deren Zellkörper zahlreiche feine dunkle Körnchen enthalten, was sich genügend deutlich als Verhornungen manifestiert. Die Zellen der Lidhaut zeigen auch Verhornungen auf, es hat sich hier ein deutliches Stratum granulosum bezw. eine Hornschicht zu bilden begonnen, welche auch stellenweise auf den vordersten Teil der Verklebung übergreifen, hier tiefe Einkerbungen verursachend (vergl. Fig. 12).

In den meisten der Talgdrüsen der Cilien sieht man, wie die zentralen Zellen der Drüsensubstanz in sekretorischem Zerfall begriffen sind.

Da die Cilien jetzt sämtlich eine höhere Entwicklung erreicht haben, kommen auch die Mollschen Drüsen in entsprechender Weise viel zahlreicher vor. In einzelnen Drüsenmündungen sieht man grosse klare Vakuolen (Eiweisstropfen?, vergl. Fig. 11), und auch weiter nach oben ist ein helleres Zentrum zwischen den von einander gedrängten, nicht zerfallenden inneren Zellen angedeutet. Die oben (E. VIII) beschriebene birnförmige Anschwellung des Endes ist jetzt weniger markiert. Das Ende ist nicht viel dicker als der übrige Drüsenschlauch. Oft ist sie leicht nach der einen oder anderen Seite gebogen (vergl. Fig. 11), von einer wahren Knäuelung ist noch nichts zu bemerken.

Die Wollhaare der Lidhaut sind jetzt stark entwickelt, obgleich von viel kleineren Dimensionen als die der Wimpern (vergl. Fig. 11); nicht wenige gehen vom vordersten Teil der epithelialen Verklebung aus und zwar haben sie hier ganz entsprechende Kanälchen wie die der Wimpern gebildet, wenn auch von entsprechend kleineren Dimensionen. Die Verklebung der distal von dem Lidwinkel liegenden Hautfalten hat nur solche Lanugohärchen bezw. Kanälchen aufzuweisen.

Die Meibomschen Drüsen sind viel weiter entwickelt als beim vorigen Embryo, wie es aus der Fig. 13 hervorgeht. Sie sind bedeutend in die Tiefe gewachsen und zeigen eine schon ziemlich reichliche Sprossung, in die Tiefe von noch relativ kleinen, gegen den Lidrand zu schon von etwas grösseren Drüsenknospen. Die Sprossenbildung beginnt demgemäſs von der Basis der Drüse und schreitet nach der Spitze fort. Die tiefer im Gewebe liegenden Drüsenpartien stellen ganz solide Epithelsprossen von etwa demselben Aussehen wie die primären Epithelknospen am Lidrande dar. In der Nähe der Drüsenmündungen zeigen die grossen, hellglänzenden, zentralen Zellen des Drüsenparenchyms an mehreren Stellen schon fettigen Zerfall; die Ausführungsgänge sind meistens gehöhlt und haben augenscheinlich mehr oder weniger reichliches Sekret enthalten, das jedoch beim Präparieren grösstenteils vernichtet worden ist. Hier und da sind in der epithelialen Verklebung Hohlräume zu sehen, welche direkte Fortsetzungen von den Drüsenmündungen darstellen und mit dem nämlichen Sekret ausgefüllt gewesen zu sein scheinen. Einige von diesen Hohlräumen sind gegen den Konjunktivalsack hin geborsten. Sie sind von demselben Typus wie die Cilienkanälchen; ihre Wände werden in ganz derselben Weise von plattgedrückten Epithelzellen ausgekleidet, in welchen ein Verhornungsprozess in der Form von zahlreichen Keratohyalinkörnchen sehr deutlich zum Vorschein kommt. Es soll hier bemerkt werden, dass

ähnliche, von diesen völlig freistehenden Verhornungen auch in den hintersten intermediären Zellen der epitheliale Verklebung aufzutreten begonnen haben. Die Verklebungsplatte teilt sich dementsprechend, wie es an der Figur 12 zu sehen ist; die oberflächlichsten Zellen werden sehr abgeplattet und das Epithel der in dieser Weise zustande gekommenen tiefen Einkerbung nimmt den Charakter der Oberhaut an.

Das Mesenchym im hinteren Teil der Lider, dem späteren Tarsus entsprechend, stellt ein kern- und gefässreiches Gewebe dar, augenscheinlich junges fibrilläres Bindegewebe; rings um die tieferen Sprossungen der Meibomschen Drüsen ist das Gewebe noch kernreicher als in den übrigen Partien zwischen den Drüsen; besonders kernreich ist das Mesenchym im Gebiete der Zuwachszone der Meibomschen Drüsen (vergl. Fig. 12). Es verdient weiter bemerkt zu werden, dass auch hinten von den Drüsensprossungen ziemlich beträchtliche Bündel der Lidmuskulatur zu sehen sind; augenscheinlich sind die Drüsensprossungen durch die Bündel der M. orbicularis palp. hingewachsen (vergl. Fig. 11 u. 12). Über die ganze Lidspalte ist die Entwicklung der Drüsen, wie auch die der Cilien, etwa die nämliche.

Was jetzt die Gruppierung der Meibomschen Drüsen betrifft, so finden wir im oberen bezw. unteren Lide ganz genau die entsprechenden Verhältnisse wieder, die schon in früheren Stadien beschrieben worden sind. Im Oberlid liegen die Drüsen nasalwärts einander so dicht an, dass man an einigen Stellen die Drüsenmündungen fast ganz voreinander sieht (vergl. Fig. 12).

Die Cilien und Drüsen der Caruncula lacrimalis, die noch in fast derselben nahen Beziehung wie früher zum Unterlid stehen, haben etwa dasselbe Aussehen, wie die Cilien und Meibomschen Drüsen der Lider, wenn sie auch garnicht dieselbe Grösse wie diese erreicht haben. Anlagen von Mollschen Drüsen habe ich auch in diesem Falle in der Karunkel nicht finden können.

Die beiden Tränenröhrchen münden zusammen in den Tränensack und zwar zeigt das gemeinsame nasale Endstück einen Querschnitt von nur etwa 0,20 mm. Die Dicke des unteren Röhrchens beträgt nasal etwa 0,25 mm; die des oberen ein klein wenig mehr, etwa 0,30 mm. Lateralwärts nimmt der Querschnitt beider Röhrchen zu und beträgt hier für beide ungefähr das nämliche. Die Dicke des mehrschichtigen Wandepithels überschreitet nicht 0,10 mm. Das gegen die etwa horizontale Hauptrichtung der Röhrchen senkrecht gerichtete Endstück hat im Vergleich mit dem oben beschriebenen nächst früheren Stadium nur relativ wenig an Umfang zugenommen. Die Aushöhlung ist hier gleichfalls noch unvollständig. Die beiden Tränenpunkte liegen in etwa derselben Relation nebeneinander, wie es bei den nächst früheren untersuchten Stadien schon beschrieben worden ist (vergl. Fig. 13).

X.

Augenlider von Embryo, 330 mm. Formalinhärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 15 μ sagittal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Die epitheliale Verklebung ist getrennt. Zwischen den Lidrändern sind einzelne zackige Fetzen und Reste vom Typus des abgestossenen Epithrichium zu sehen. Die abgerundeten Konturen der jetzt zersprengten Cilienkanälchen sind noch an der Oberfläche des vorderen Teils der ehemaligen Verklebung zu verfolgen (vergl. Fig. 14). Die verhornten Wandzellen der Kanälchen machen jetzt das Stratum corneum der betreffenden Teilen der Oberhaut aus. Die Verhornung hat sich auch über den zwischen den Cilien und den Mündungen der Meibomschen Drüsen liegenden Teil der Lidränder ausgebreitet. Die intermediäre Zellschicht ist hier ein klein wenig dicker als in der Lidhaut (vergl. Fig. 14).

Der intermediäre Saum zeigt sich jetzt als eine leicht rinnenförmige Vertiefung der Lidränder zwischen den Cilien und den Meibomschen Drüsen, dem Gebiet genau entsprechend, wo beim Embryo von 250 mm die Dicke der intermediären Zellschicht der Verklebung am grössten war. In der Mitte der Augenspalte ist diese Rinne kaum angedeutet. Die Wollhaare der Lidhaut sowie die Cilien und die Zeissschen Drüsen scheinen jetzt vollständig oder doch fast vollständig entwickelt zu sein. Durch das sich weiter entwickelnde Bindegewebe des Tarsus (vergl. unten) sind die hintersten Wimpern mit den Wurzeln etwas nach vorn getrieben und zwar sind die Cilien, was die verschiedenen hintereinander gelegenen Reihen betrifft, einander näher gerückt. Doch ragen sie noch ziemlich tief nach hinten hinein. Es ist zu bemerken, dass sämtliche oder doch fast sämtliche Cilienanlagen der hinteren Reihen sowie die der vorderen sich völlig entwickelt haben, sodass man jetzt etwa ebenso viele fertige Cilien sieht, wie in den früheren Stadien Anlagen dazu. Verschiedene Cilien sind Wechsel unterworfen in ganz derselben Weise wie dies bekanntlich im postembryonalen Leben stattfindet.

Die Mollschen Drüsen sind etwas weiter entwickelt. Viele von ihnen zeigen deutliche Lumenbildung und die meisten haben begonnen, sich an den Enden (Drüsenportion) zu knäueln (vergl. Fig. 14). Ich habe bei diesem Embryo ein Paar ganz vereinzelter Mollscher Drüsen hinter den Meibomschen an der Hinterfläche des Oberlides gefunden, die direkt in den Lidrand münden (vergl. Fig. 14).

Die Meibomschen Drüsen sind mächtig zugewachsen. Sie liefern allem Anschein nach eine reichliche Menge von Sekret.

Die tiefer gelegenen Drüsenlappen sind in einem dichten fibrillären, noch ziemlich kern- und sehr gefässreichen Bindegewebe (Tarsus) eingebettet. Dies Bindegewebe erstreckt sich ebenso kern- und ebenso gefässreich etwas weiter in die Tiefe

als die jungen Drüsensprossen; zwischen den Drüsen ist das Bindegewebe hier etwas weniger dicht. Die Ausführungsgänge und die diesem nächst gelegenen Drüsenlappen werden grösstenteils von Muskelgewebe umgeben, das jedoch von dem sich weiter entwickelnden Bindegewebe des Tarsus mehr als früher nach dem Lidrande hin zusammengepresst wird (vergl. Fig. 14).

Besonders die nasal im Oberlid gelegenen Drüsen liegen sehr dicht. Im nasalsten Teil des Oberlids stehen die Drüsenmündungen so dicht zusammen, dass sie mehrmals fast ganz voreinander gelegen sind; in den lateralen Partien des Oberlides, sowie im Unterlide liegen die Drüsen gut abgegrenzt, mit etwa gleichem Abstande von einander, wie an dem Rekonstruktionsmodelle sehr gut zu sehen ist (vergl. Fig. 15).

Das Modell zeigt uns weiter wie die dicht liegenden nasalen Drüsen des Oberlides den Platzmangel dadurch ersetzen, dass sie stärker in die Tiefe wachsen. Sie ragen bedeutend mehr in die Tiefe hinein als die übrigen Drüsen, die sonst noch keine grössere Entwicklung im oberen als im unteren Lide erreicht haben. Die lateralen Drüsen sind etwas grösser, die der Mitte der Augenspalte etwas kleiner (vergl. Fig. 15).

Die Karunkel ist durchschnitten worden beim Abtrennen der Lider vom Embryo, so dass nur etwa die Hälfte davon mitgenommen ist. Diese wird ganz und gar von den jetzt ziemlich mächtig entwickelten Talgdrüsen und kleinen Cilien eingenommen. Von Mollschen Drüsen sind keine da.

Die Tränenröhrchen (vergl. Fig. 15) sind schon eine Strecke lateralwärts vor der Einmündung in den Tränensack abgeschnitten. Das untere Röhrchen ist von vorn nach hinten abgeplattet (durch das Präparieren?). Es ist in seiner nasalen Partie ein bischen schmäler als lateralwärts. Das vertikale Endstück ist jetzt völlig ausgehöhlt. Das obere Röhrchen ist in der Richtung von oben nach unten abgeplattet (durch das

Präparieren?). Es zeigt etwa dieselben Dimensionen wie das untere. Auch die Mündung des oberen Röhrchens gegen das Epithel des Lidrandes ist völlig kanalisiert.

XI.

Augenlider, Bindehaut und Augapfel (im ganzen ausgenommen) von Embryo, 390 mm. Formalin-Alkoholhärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 20 μ sagittal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Von der epithelialen Verklebung ist jetzt keine Spur mehr zu sehen. Die Lidränder inkl. Cilien mit Nebenorganen sowie die Meibomschen Drüsen sind grösstenteils fast vollständig entwickelt; nur die Mollschen Drüsen zeigen hier kein bemerkenswert höheres Entwicklungsstadium als beim vorigen Embryo auf. Die Meibomschen Drüsen und zwar besonders die des Oberlides sind tiefer ins Gewebe hineingewachsen. Der Tarsus zeigt fast entsprechende Ausbreitung wie beim Erwachsenen. Die Bindehaut hat sich im Fornix sup. und besonders im Fornix inf. in tiefe Falten gelegt. Auch in den an den Fornix angrenzenden Teilen sieht man sowohl in der Bindehaut der Lider, wie in der des Augapfels kleinere Falten und grubenförmige Vertiefungen. Im nasalen Augenwinkel ist die Karunkel nach unten und nasalwärts verschoben worden, wo sie in eine tiefe Grube an der Basis der Nickhaut eingepresst worden ist. Sie liegt in der nasalen Fortsetzung des unteren Fornix. Die Übergangsfalten ziehen direkt an der Abdachung der Karunkel über (vergl. Fig. 16). Von mesenchymalen Bildungen ist innerhalb des Karunkel, abgesehen von Bindegewebe auch Gefässe und einzelne Muskelfasern zu bemerken, von ektodermalen fortwährend nur Haare und Talgdrüsen. Die Haare haben innerhalb des Epithels der Karunkel — die vom Typus der Oberhaut, jedoch ohne Verhornungen, ist — ganz ähnliche Kanälchen

gegraben wie die der Cilien bezw. Wollhaare, nur kommen die Verhornungen in den Wandzellen mehr spurweise vor.

Ganz nasal geht von dem Balg eines Karunkelhärchens, unmittelbar vor der Mündung der Talgdrüse ein kleiner epithelialer Schlauch aus, der sich genügend deutlich als eine junge, fast rudimentäre, Knäueldrüse manifestiert. Sonst habe ich auch bei diesem Embryo keine Mollschen Drüsen innerhalb der Karunkel finden können.

Die Übergangsfalten setzen sich nicht nur an der Karunkel über, auch vor und hinter der Nickhaut sind solche Falten in der Bindehaut neben dem Ursprung der Nickhaut, sowie nach oben, wie (besonders) nach unten zum Vorschein gekommen. Die Membrana nictitans besteht aus von der Umgebung in die betreffende Bildung hineindringender, nach allen Richtungen sich verfilzenden Bündeln von Bindegewebe und zeigt auch einzelne kleinere und etwas grössere Gefässe auf. Das Epithel ist an der Hinterseite ein 2—3 schichtiges, von demselben Aussehen wie das der Bindehaut — eine tiefere Schicht von kubischen, darüber 1—2 Schichten von flacheren Zellen. In der Mitte der Vorderseite wird das Epithel von einem mehrschichtigen Pflasterepithel mit Papillen ersetzt (Übergangsepithel), welches fast etwas an das Aussehen des der äusseren Körperhaut erinnert.

Die in früheren Stadien als eine Drüsenanlage oder dergl. beschriebene Bildung an der Vorderseite der Nickhaut hat sich hier zu einem dicken massiven Epithelzapfen entwickelt, der fast die ganze Tiefe der Nickhaut in schräger Richtung von oben-aussen nach hinten-unten durchsetzt.

Es ist zu bemerken, dass ich keine Krauseschen Drüsen der Bindehaut des Unterlids habe finden können. In der oberen Übergangsfalte bemerkt man lateralwärts vereinzelte tiefere taschenförmige Einsenkungen des Epithels, die auch etwas tiefer ins unten liegende Gewebe hineindringen und den Eindruck junger Drüsensprossungen machen.

XII.

Karunkel und Nickhaut beider Augen von reifen Embryo, 500 mm. Chromsäurehärtung. Paraffineinbettung. In Serienschnitten von 15 μ sagittal, bezw. horizontal geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung.

Die Karunkeln nehmen zur Umgebung etwa dieselbe Lage ein wie beim Embryo von 390 mm. Sie enthalten mehrere grosse Talgdrüsen. Die meisten von diesen sind Balgdrüsen, die im Verhältnis zu den feinen Härchen eine sehr massenhafte Entwicklung erreicht haben (vergl. Fig. 17).

Sie erreichen aber gar nicht dieselben Dimensionen wie die Meibomschen Drüsen des Unterlids. Die Talgdrüsen werden hauptsächlich von Bindegewebsfasern umgeben, die sich um die Drüsenlappen gruppiert haben, ohne doch so dicht zusammen zu liegen, oder sonst das Bild des derben bindegewebigen Tarsus darzubieten. Von anderen drüsigen Bildungen als den besprochenen ist innerhalb der Karunkeln gar nichts zu sehen. Ausser dem bindegewebigen Stroma und Muskelfasern enthält die Karunkel auch typisches Fettgewebe. Das Epithel der Karunkel ist ein mehrschichtiges Pflasterepithel in der Hauptsache vom Typus der Oberhaut, jedoch fast ohne Verhornung; es enthält nach der Oberfläche stellenweise und zwar besonders an der Kuppel zahlreiche sog. Becherzellen.

Die Nickhaut ist zwischen dem Augapfel und der Karunkel zusammengepresst worden, sodass sie hier deutlich abgeplattet ist. Der freie Rand, der ausserhalb der Karunkel sich findet, ist viel dicker; ihm entsprechend findet sich in der Conjunctiva bulbi ein tiefer Eindruck (vergl. Fig. 17). An der Vorderseite der Nickhaut, ganz in der Nähe des freien Randes ist an der einen Seite ein, an der anderen Seite ein paar epitheliale Bildungen zu sehen, die den Eindruck von rudimentären Drüsen machen.

Es sind dies Epithelzapfen, die ins bindegewebige Stroma der Nickhaut hineingedrungen sind, um hier ohne Knospenbildung u. dergl. blind zu enden. Die zentralen Zellen dieser Bildungen befinden sich in weit vorgeschrittenem, degenerativem Zerfall, so dass hier stellenweise eine deutliche Lumenbildung zum Vorschein gekommen ist. Die epitheliale Bedeckung der Nickhaut ist von demselben Typus wie es beim Embryo von 390 mm oben beschrieben worden ist. An der Vorderfläche enthält sie zahlreiche Becherzellen.

Die epitheliale Verklebung der Lidränder.

Bekanntlich entwickeln sich die Lider — wie es Nussbaum[1]) beschreibt — vom Rande der zuerst frei und glatt zu Tage liegenden Sklero-Kornealanlage aus als Auswüchse der Kopfhaut und der Gesichtsfortsätze. Der Canthus oculi medialis entsteht vom seitlichen Stirnfortsatze, das untere Lid vom Oberkieferfortsatz, das obere Lid von der Haut, die zwischen diesen Fortsätzen gelegen ist. Nachdem die Teile in sagittaler Richtung einander entgegengewachsen und verschmolzen sind, bleiben in der ringförmigen Anlage der Lider, die auf einem horizontalen Durchmesser gelegenen Endpunkte, die dem späteren medialen und lateralen Augenwinkel entsprechen, im Wachstum zurück. Durch stärkere Ausbildung der mittleren Partien wird die kreisförmige Lücke der Anlage nicht konzentrisch eingeengt, sondern zur Lidspalte umgewandelt. Dabei liefert die im weiteren Wachstum nach aussen sehende Fläche die Haut der Lider, die

[1]) Entwickelungsgeschichte des menschlichen Auges. Graefe-Saemischs Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 2. Aufl.. Leipzig 1900.

nach innen verlagerte, dem Auge zugewandte Fläche dagegen die Konjunktiva; diese ist also ontogenetisch sowohl wie phylogenetisch — wie letzteres besonders Eggeling[1]) hervorgehoben hat — als eine Modifikation nach den lokalen Verhältnissen von der äusseren Körperbedeckung zu betrachten.

Bei einem menschlichen Embryo von 13,7 mm liegt das Auge ganz nackt, die Augenlider haben sich noch nicht gebildet; etwas später, beim Embryo von 17 mm ist die Lidbildung schon völlig deutlich und zwar scheint es — nach den Abbildungen in der Arbeit Nussbaums[2]) zu urteilen — als wären beide Lider hier von etwa derselben Grösse.

Bald bleibt indessen — wie Kölliker[3]) an einem menschlichen Embryo von 21 mm Sch. St. Länge gezeigt hat und wie es auch an den von mir untersuchten Embryonen von 20 bezw. 20,5 mm deutlich zu sehen ist — das Wachstum des Unterlides gegen das des oberen Lides zurück. Das letztgenannte entwickelt sich stark und wächst dem unteren, noch einen niedrigen, wallförmigen Wulst darstellenden Augenlid entgegen. Wenn wir die beiden Lider durch epitheliale Verklebung mit einander schon vereinigt finden (beim Embryo von 33 mm), hat das Unterlid nasalwärts in Höhe zugenommen, lateralwärts bildet es noch einen ziemlich niedrigen Wulst, der aber auch bald (Embryo von 40 mm) in die Höhe wächst. Während der früheren Embryonalstadien reicht der innere Augenwinkel wie

---

[1]) Zur Phylogenese der Augenlider. Anatom. Anzeiger, Erg.-Heft zu Bd. XXV. Zur Morphologie der Augenlider der Säuger. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 39, 1904; Nochmals zur Morphologie der Augenlider. Anat Anzeiger, Bd. XXIX. Heft 1—2, 1906.

[2]) l. c. (nach His).

[3]) Zur Entwickelung des Auges und Geruchsorganes menschlicher Embryonen. Festschrift der Universität Zürich gewidmet, Würzburg 1863, zit. nach Nussbaum l. c.

es schon Burdach[1]) und v. Ammon[2]) bemerkt haben, nasalwärts über die innere Grenze des Bulbus verhältnismäfsig weit hinaus (vergl. Embryo von 33 mm).

Die epitheliale Verklebung der Lidränder tritt nach den einstimmigen Angaben von Toldt[3]), Minot[4]), Krischewsky[5]), Hertwig[6]), Nussbaum[7]) u. a. im Laufe des dritten Monats ein. Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass die Lidränder schon beim Embryo von 33 mm Länge mit einander fast völlig verklebt sind. In Übereinstimmung mit dem, was Krischewsky[5]) an Säugetier- (Schaf-) Embryonen beobachtet hat, finden wir, dass die Verklebung von den Seiten gegen die Mitte der Lidspalte fortschreitet.

Die Zellen der tiefsten Schicht der Oberhaut setzen sich über die Lidränder nach hinten fort, um in die entsprechende Zellschicht des Bindehautepithels überzugehen. Diese Zellen sind an den Lidrändern höher als die entsprechenden der Oberhaut und stehen auch dichter, wie zusammengepresst. Sie werden nach aussen von oberflächlichen Epithelzellen bedeckt, die wir ganz in der Mitte der Augenspalte an 33 mm Embryo noch von etwa demselben Typus wie den der Epithelbedeckung der Körperfläche wiederfinden. Nur sind die oberflächlichsten

---

1) Physiologie als Erfahrungs-Wissenschaft. Leipzig 1837; zit. nach Legal. Zur Entwickelungsgeschichte des Tränennasenganges. Inaug.-Diss. Breslau 1881.

2) Die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Auges. von Graefes Arch. f. Ophthalm., Bd. IV, I, 1858.

3) Über Altersbestimmungen menschlicher Embryonen. Prager med. Wochenschr. Nr. 13 u. 14, 1879.

4) Human Embryology. Newyork 1892.

5) l. c.

6) Die Elemente der Entwickelungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. 3. Aufl., Jena 1907.

7) l. c.

Zellen nicht so platt gedrückt wie die entsprechenden des Epitrichium der Lider. Diese letztere Zellschicht des einen Lidrandes schmilzt mit derjenigen des anderen Lidrandes zusammen, so dass wir den Zwischenraum zwischen dem tiefsten Epithelzelllager des oberen bezw. unteren Lides durch eine entsprechende Zellmasse ausgefüllt sehen, wie die des Stratum intermedium der Oberhaut. Diese Zelllager sind grösstenteils und zwar besonders nach hinten ziemlich dünn, nur 2- bis 3-schichtig. Nach vorn wird es mehrschichtig und füllt hier die zwischen den abgerundeten vorderen Kanten der Lidränder entstehende Rinne ziemlich vollständig aus, so dass diese nur durch eine leichte Einkerbung der Oberfläche markiert wird (vergl. Fig. 2). Die längst nach vorn belegenen Zellen der epithelialen Verklebung gehen in die Epitrichialschicht der Lidhaut über und sind auch vom entsprechenden Typus wie die Zellen der letztgenannten, die hintersten gehen ohne deutliche Grenze in das zweischichtige Konjunktivalepithel über.

Die Vereinigung der Lidränder ist wenigstens anfänglich nicht fest und wird, wie es sowohl mir wie auch früheren Untersuchern [Krischewsky[1]) u. a.] passiert ist, beim Präparieren sehr leicht zersprengt.

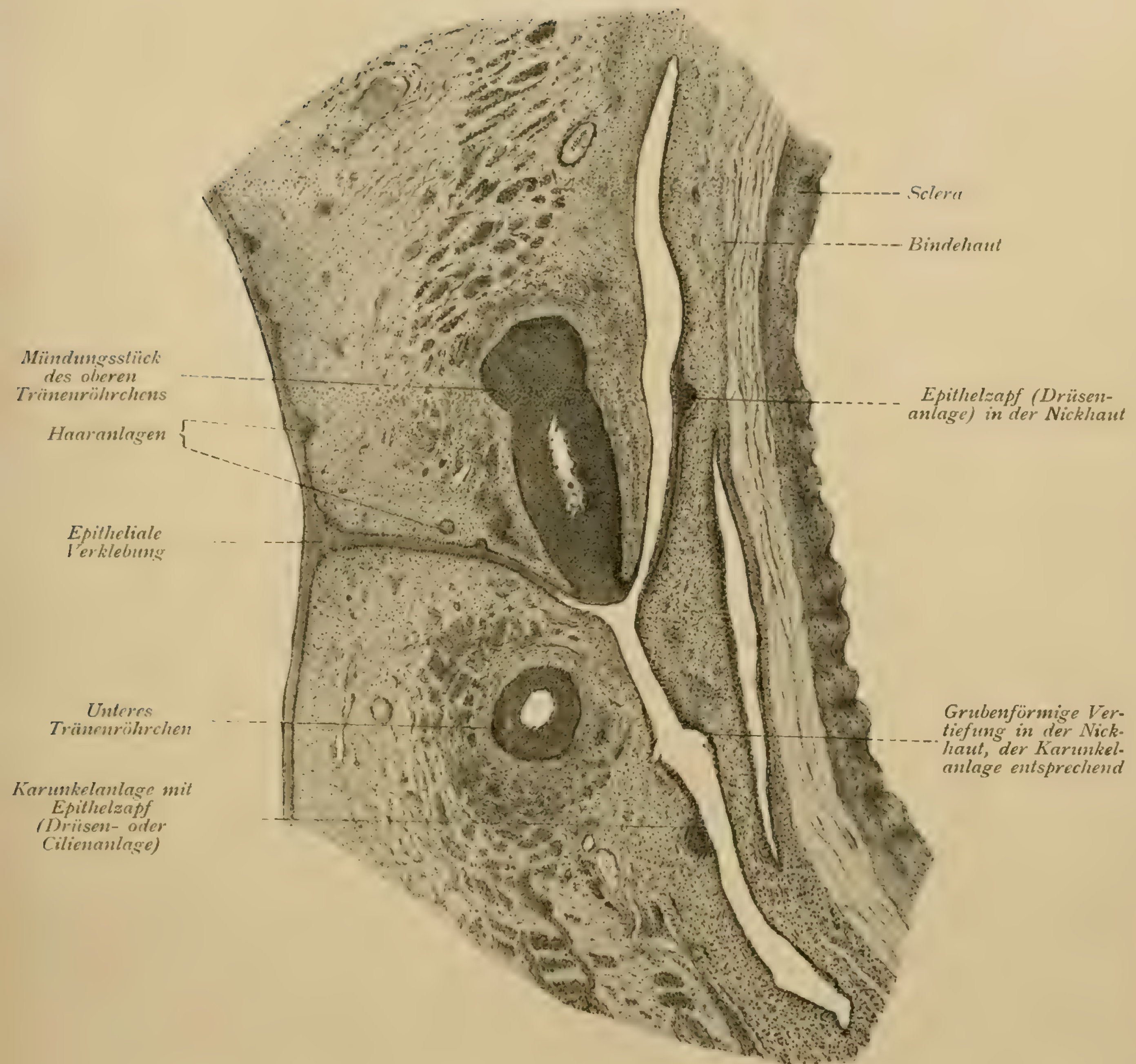
Beim weiteren Wachstum der Lider werden die Lidränder gegen einander in grösserer Ausdehnung abgeplattet. Die vordere, zuerst im Sagittalschnitt etwa dreieckige Partie der epithelialen Verklebung, die aus mehreren Zellschichten besteht, wird damit allmählich zusammengedrückt und bekommt so dasselbe Aussehen wie die hintere, dünnere Partie der intermediäre Verklebungsplatte (vergl. die Embryonen von 170 mm bezw. Figg. 7, 8, 10).

Es ist zu bemerken, dass wir — in voller Übereinstimmung mit einer früheren Beobachtung Schweiger-Seidels[2]) — in

---

1) l. c.
2) l. c.

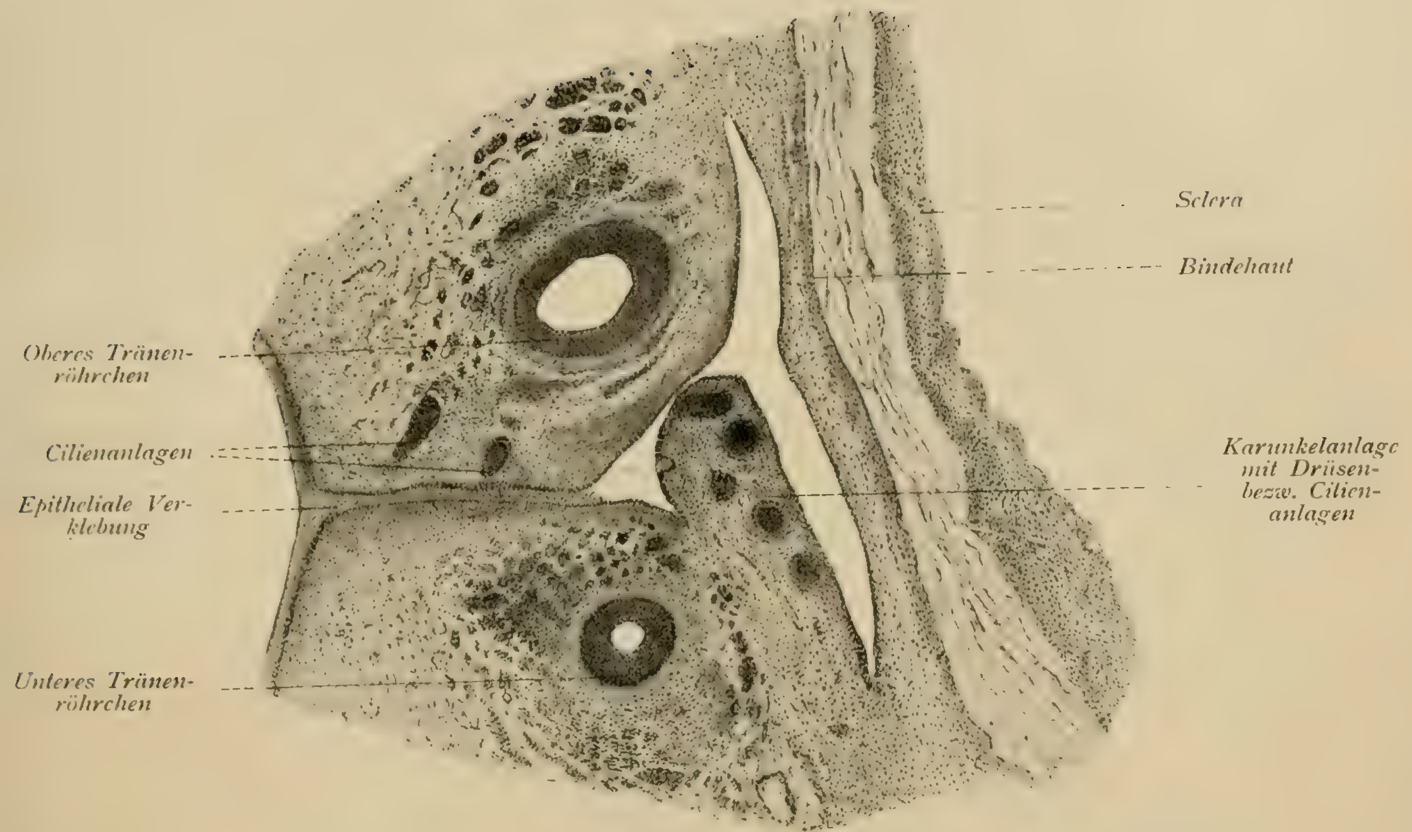
Fig. 7.



Embryo VII (170 mm). Schnitt von der Gegend des oberen Tränenpunktes.
Vergr. 50/1.

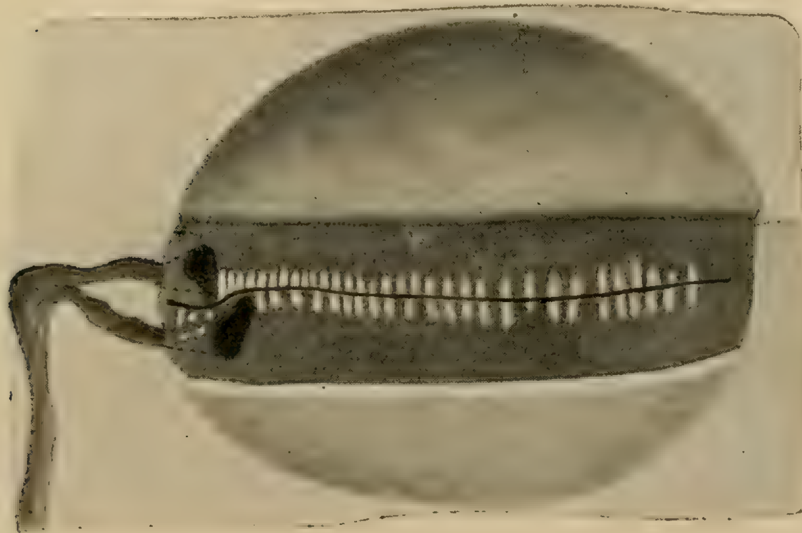
VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 8.



Embryo VII (170 mm). Schnitt etwas weiter nasalwärts als der in Fig. 7 abgebildete. Dieselbe Vergrösserung wie in Fig. 7.

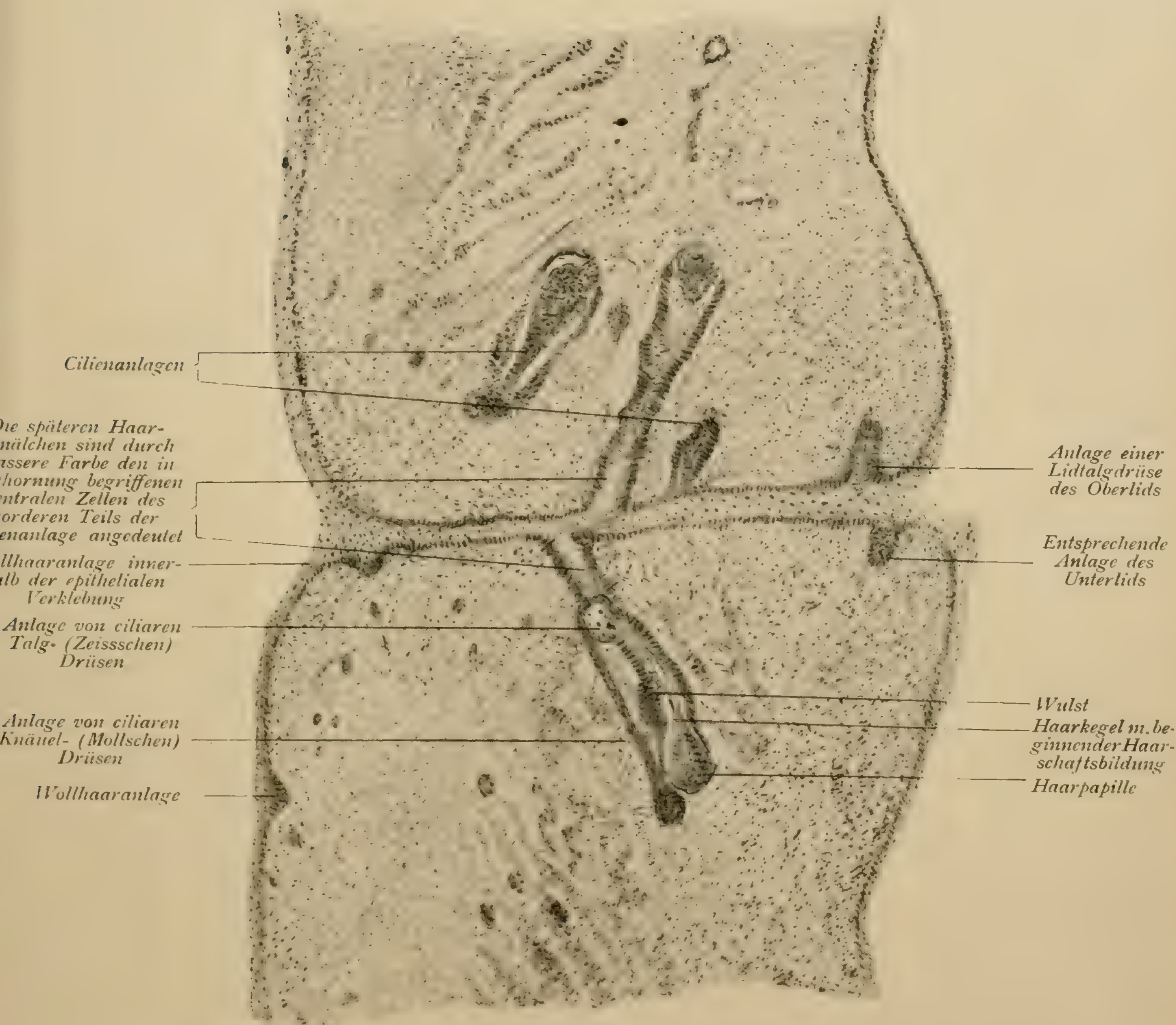
Fig. 9.



Das Entwicklungsstadium und die Gruppierung der Anlagen der Lidtalg- (Meibomschen) Drüsen beim Embryo VII (170 mm).
Nach dem Rekonstruktionsmodelle gezeichnet. Vergr. 10/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 10.



Embryo VIII (170 mm). Schnitt von der Mitte der Augenspalte. Die Anlage der Lidtalgdrüsen, sowie die des Wollhaares innerhalb der Verklebung sind aus anderen, nächstgelegenen Schnitten hineingezeichnet.

Vergr. 100/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

den späteren Stadien die Verklebung nicht nur die eigentlichen Lidränder umfassen sehen, sondern sie streckt sich weiter nach vorn an den späteren, nächstgelegenen Partien der vorderen Lidfläche, wie es sich u. a. durch das Entstehen von Wollhaaranlagen innerhalb der Verklebung kundgibt (vergl. Fig. 10). Auch streckt sie sich etwas weiter sowohl nasalwärts wie (besonders) lateralwärts von den Augenwinkeln an der hier in Falten liegenden äusseren Haut vorüber. (Vergl. die Embryonen von 130, 170 und 250 mm).

In der späteren Fötalzeit (Embryo von 250 mm) haben sich die Verhältnisse der Verklebung in vielen Beziehungen höchst bedeutend geändert. Die Zahl der intermediären Zellen der epithelialen Verklebung hat etwas zugenommen. Die intermediären Zellen liegen in etwa 3—4—5—6 Schichten zwischen dem Stratum cylindricum des oberen bezw. unteren Lidrandes; etwas dicker ist jetzt diese intermediäre Schicht gegen die Augenwinkel hin und zwar in der Mitte zwischen den Cilien und den Mündungen der Meibomschen Drüsen. Durch diese zunehmende Dicke der epithelialen Verklebung werden die gegeneinander gedrückten Lidränder beim weiteren Wachstum der Lider leicht vertieft, wie es an der Figur 12 zu sehen ist. Hierdurch entsteht die leichte Rinnenform des intermediären Saumes entsprechend diesem, wie wir sehen werden, sich am spätesten lösenden Teil der Verklebung.

Nicht nur die Dicke der intermediären Zellschicht verändert sich aber, das Aussehen der einzelnen Zellen und zwar das der mittelsten Schichten wird auch allmählich ein anderes. Die Zellen werden weniger färbbar und der Zellkörper zeigt auch vereinzelten hellen Vakuolen auf. Diejenigen intermediären Zellen, die jetzt durch die Vermehrung der Anzahl weiter von den ernährenden Basalmembranen entfernt worden sind, zeigen eine deutliche Neigung zu regressiven Veränderungen, wie dies uns auch anderswo während des Embryonallebens unter ent-

sprechend schlechteren Ernährungsverhältnissen begegnet, z. B. beim Zerfall der zentralen Partien des die fötale Vagina zuerst ganz ausfüllenden Epithels oder beim Beginnen der Aushöhlung der Tränenabteilungswege, welches letztgenannte wir bei unserem Embryo von 55 mm Sch. St. Länge haben wahrnehmen können. In den genannten Beispielen kommt es zu einem direkten Zerfall der betreffenden Zellen. In unserem Falle manifestieren sich aber die regressive Veränderungen hauptsächlich in der Form eines Verhornungsprozesses, der von hinten sowie von vorne in die Verklebungsplatte hineindringt. Nach vorne steht dieser Verhornungsprozess in direkter Kontinuität mit dem Stratum granulosum bezw. Stratum corneum der Lidhaut, nach hinten entsteht sie ganz selbständig in dem hintersten Teil der intermediären Zellschicht und dringt von hier in die Tiefe der Verklebungsplatte hinein. Dieser immer weiter hervordringenden Verhornung der mittelsten Zellen der intermediären Schicht entsprechend, teilt sich die Verklebungsplatte in zwei Hälften (vergl. Embryo von 250 mm, Figg. 11 u. 12).

Bei der Lösung der epithelialen Verklebung der Lidränder haben wir aber noch mit verschiedenen anderen, sehr wichtigen unterstützenden Faktoren zu rechnen: Die Cilien wachsen durch die Verklebung hinaus gegen die Oberfläche. Die ciliaren Talgdrüsen sowie die Meibomschen Drüsen sind so weit entwickelt, dass sie sekretorischen Zerfall der zentralen Drüsenzellen zeigen.

Schweiger-Seidel[1]) hat hinsichtlich dieser Verhältnisse einen Embryo von angeblich 6 Monaten (260—370 mm Länge nach der Schultzeschen Tabelle) untersucht. Er richtete die Aufmerksamkeit darauf und wir finden es auch jetzt (bei unserm 250 mm Embryo) wieder, dass »die epitheliale Verklebung der Lidränder durch kleine, mit Epidermisschüpfen gefüllte Gänge unterminiert wird«. Er beschreibt diese Gänge als »von den einzelnen Haarbälgen aus gebuchtete, aber scharf

[1]) l. c.

begrenzte in die den Augenlidern gemeinsame Zellenschicht übergehende, die nach aussen eine Decke von der Epidermisschicht der Haut erhalten«. In einzelnen von diesen Gängen sah er bereits feine Haarschäfte. Die Gänge fliessen allmählich zusammen und öffnen sich schliesslich an der Hautoberfläche. Königstein[1]) erwähnt diese Lacunen in der Lidnaht beim Embryo von 100 gr. (180—270 mm) ohne nähere Beschreibung oder Erklärung.

Diese Kanalisierung der Verklebung ist natürlich durch die lokalen Verhältnisse modifiziert, aber sonst wohl von ganz derselben Natur wie die Gänge, die sich im Stratum intermedium der Haut um die herauswachsenden Haarschäfte der Körper-Wollhaare bilden. Stöhr[2]) hat diese letztgenannten Bildungen eingehender studiert und beschreibt sie folgendermaſsen: »In diesem Stadium (»Stadium des Scheidenhaares«, vergl. unten S. 239 ff.) beginnt auch die Aushöhlung des Haarkanals; derselbe war bis dahin nur durch einen Strang besonders angeordneter Zellen markiert, die in der Verhornung begriffen waren; ein Hohlraum tritt erst jetzt auf. Zuerst dicht über der von der inneren Wurzelscheide umkleideten Haarspitze erscheinend, nimmt der Hohlraum in dem Grade als das Haar wächst an Länge zu und schliesst ausser dem bis an sein blindes Ende reichenden Haare und der sich aufblätternden inneren Wurzelscheide Ballen abgestossener, ganz verhornter Haarkanalzellen in sich. Die fertige Länge des gegen die freie Oberfläche noch völlig geschlossenen Haarkanals ist eine ganz überraschend grosse. In ausgeprägten Fällen ist der in die Epidermis eingegrabene Haarkanal so lang wie die in ihrem Balg steckende Haarwurzel. Selbst in diesen voll entwickelten Fällen ist der Haarkanal

[1]) l. c.

[2]) Entwickelungsgeschichte des menschlichen Wollhaares. Anat. Hefte Heft 71, Bd. 23, 1903.

gegen die Oberfläche geschlossen; es besteht kein Zusammenhang seiner in Verhornung begriffenen Wandung mit der obersten Epidermislage, weder mit der Epitrichialschicht — diese enthält im Anfang des 5. Fötalmonats weder selbst Keratohyalinkörnchen, noch finden sich noch Spuren solcher in den darunter liegenden Schichten — noch mit dem später sich entwickelnden Stratum corneum. Die ersten Keratohyalinmassen treten in Form feiner Körnchen auf, die sich bald vergrössern, dann gruppieren sich die Körnchen zu knotigen Strängen, die wie Reiswerk durcheinander geschoben ein intensiv gefärbtes Netz bilden. Die vollständig verhornten Zellen des Haarkanals die sich aus ihrem Verband lösen, verlieren bald die Fähigkeit, sich (mit Eosin) tief zu färben, eine Eigenschaft, die sie auch mit den abgesplitterten Elemente der inneren Wurzelscheide teilen. — Die gegen die freie Oberfläche gekehrte Wand des völlig ausgebildeten Haarkanals ist sehr dünn, es bedarf nur mehr eines geringen Druckes von seiten des wie ein Bogensegment gespannten Haares, um sie zu zerreissen; damit ist der Durchbruch des Haares vollzogen, das Haar ragt dann gleich in ansehnlicher Länge über das Hautniveau hervor. Das ist der einzige Durchbruchsmodus des Haares, den ich bis jezt beim Menschen gesehen habe. Ob es überhaupt der einzige beim Menschen, muss ich dahin gestellt sein lassen. Kölliker[1]) der auch die horizontal in der Epidermis hinwachsende Haarspitze schon beschrieben und abgebildet, gibt an, dass die Haare der Augenbrauen und die Augenwimpern unmittelbar die Haut durchbohren. Das mir zur Verfügung stehende Material reicht nicht aus, um sicheren Entscheid zu treffen, aber der Umstand, dass die Bälge der Wimpern schon zu einer Zeit in der Entwickelung weit vorgeschritten sind, in der noch eine epitheliale

---

[1]) Zur Entwickelungsgeschichte der äusseren Haut. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie Bd. 2, 1850.

Verklebung der Lidränder besteht, macht es wahrscheinlich, dass auch hier der Durchbruch in der von mir geschilderten Weise sich vollzieht . . . .« Nach Stöhr wird die Anlage des Haarkanales sehr früh durch eine besondere Gruppierung (in Reihenfolge) und Aussehen (Vergrösserung der Kerne, Keratohyalinkörnchen) der zentralen Zellen der Haaranlage im Gebiet der späteren Balgmündung markiert. Dementsprechend zeigen auch beim Embryo von 170 mm (E. VIII) die zentralen Zellen der Wimperanlage, die noch weit vom Haarkegel (vergl. unten) der späteren Balgmündung entsprechend gelegen sind (Haarkanalzellen), einen deutlichen ganz freistehenden Verhornungsprozess auf und zwar in Form von minimalen, dunklen (Keratohyalin-)Körnchen innerhalb der Zellkörperchen; die Zellkerne sind weniger färbbar.

Was die Zellen der eigentlichen Verklebung betrifft, so lässt sich an den jedoch ziemlich dünnen (10 μ) Schnitten noch keine besondere Gruppierung oder sonstige Beschaffenheit der Zellen aufzeigen, wodurch auch hier die späteren Haarkanälchen markiert seien.

Später (beim Embryo von 250 mm) finden wir, dass die Haarkanälchen ziemlich genau das entsprechende Bild darstellen, wie wir oben aus der Beschreibung Stöhrs über die Wollhaarekanälchen zitiert haben. Die Haarkanälchen sind bis zu den Mündungen der Balgdrüsen zu verfolgen. Die meisten öffnen sich an der Oberfläche einzeln oder mehrere zusammen; vereinzelte und zwar von den der hinteren Cilienanlagen (vergl. unten) enden blind innerhalb der Verklebung. Ihre Wandungen bestehen aus plattgedrückten Epithelzellen, die eine deutliche Verhornung zeigen. Die Kanälchen enthalten sämtlich Wimperhaare; bei denjenigen, die noch nicht die Oberfläche erreicht haben, geht das Haar bis zum blinden Ende des Kanälchens, wo die Spitze leicht eingerollt ist. Das Kaliber des Hohlraums ist viel weiter als das des Haarschaftes; ausser dem letztgenannten

enthält das Kanälchen abgestossene, nicht färbbare Epithelzellreste, die wohl grösstenteils von den Wänden stammen, wohl aber auch Reste der inneren Wurzelscheide ausmachen. Nach allem zu urteilen sind die Kanälchen ausserdem vom Sekret der ciliaren Talgdrüsen, die jetzt schon in Tätigkeit sein müssen (vergl. unten), ausgefüllt.

Die oben zitierte Annahme Stöhrs ist somit durch meine Untersuchungen bestätigt worden. Es ist indessen hervorzuheben, dass schon Schweiger-Seidel in seiner oben erwähnten Untersuchung gezeigt hat, dass die von Stöhr zitierte Angabe Köllikers über den Austrittsmodus der Wimpern falsch ist. Schweiger-Seidel hat angenommen, »dass der Verhornungsprozess der Zellen in den Haaranlagen, welche zur Bildung der Haare selbst führt, sich nach aussen in das die Haarbälge verschliessende Lager epidermoidalen Zellen fortsetzt«.

Stöhr legt, was die Wollhaarkanälchen betrifft, auf die Veränderungen innerhalb der Zellen der Haaranlage grosses Gewicht, wodurch die späteren Kanälchen sehr frühzeitig markiert werden und zwar hebt er dieses hervor »als Warnungstafel für diejenigen, die für die Erklärung der Wachstumsprozesse die Mechanik allzusehr in den Vordergrund zu stellen geneigt sind«. Schon Schweiger-Seidel wollte auch dem rein mechanischen Moment irgend eine Bedeutung für das Entstehen der Wimperkanälchen nicht zuerkennen. »Man könnte,« meinte der letztgenannte Forscher, »zur Annahme geneigt sein, dass die wachsenden Haare sich selbst die Gänge graben, wenn sie nicht vorhanden wären, ehe die Haare weit genug ausgebildet sind«.

Nach meinen Untersuchungen zu urteilen, muss diese letztgenannte Angabe auf den früheren mangelhafteren Präparationsmethoden beruhen, denn wenn man Schnittserien untersucht resp. rekonstruiert, findet man, dass der Mangel des Haarstückchens in den Kanälen sich nur auf einzelne Schnitte be-

schränkt, wo es beim Präparieren ausgefallen sein muss. Die rein mechanischen Momente dürfen doch nicht unterschätzt werden, was die Bildung und besonders die Richtung der Wimperkanälchen betrifft. Das hervordringende Sekret der jetzt sich in Tätigkeit befindenden ciliaren Talgdrüsen übt allem Urteil nach gegen die Zellen der Verklebung einen immer stärkeren Druck aus, wodurch diese schon vorher schlecht ernährten Zellen weiteren regressiven Veränderungen leicht anheimfallen in etwa derselben Weise, wie es auch am hinteren Teil der Verklebung durch das Sekret der Meibomschen Drüsen geschieht (vergl. unten).

Das sämtliche Kanälchen nach vorn münden, kann nicht dadurch — wie es mit den bei den Mündungen der Meibomschen Drüsen gebildeten Hohlräumen (vergl. unten) wohl sein muss — verursacht sein, dass sie in der Richtung des schwächsten Widerstandes nach der Oberfläche hin durchbrechen; viele von diesen Kanälen sind nämlich tief nach hinten nicht weiter von der hinteren als von der vorderen Oberfläche entsprungen. Die auswachsenden Cilien geben augenscheinlich die Richtung dieser Kanäle an. Man sieht, was für einen kräftigen Druck die herauswachsenden Cilien ausüben müssen, da sie sogar den entgegengesetzten Lidrand einzudrücken vermögen (vergl. Figg. 11 u. 12).

Ausser durch die Wimperkanälchen wird der vordere Teil der epithelialen Verklebung noch durch Wollhaarkanälchen unterminiert und zwar ist dieses besonders das Verhalten mit den distal von den Lidwinkeln gelegenen Partien der Verklebung (vergl. Embryo von 250 mm).

Die Meibomschen Drüsen zeigten beim von Schweiger-Seidel untersuchten 6 monatlichen Fötus Zerfall der zentralen Zellen; dieser Zerfall der Zellen schreitet allmählich nach unten bezw. nach oben nach der Mittellinie zwischen den Lidern fort und greift in dieser Weise auch auf die vereinigende Zellschicht

über. Auch beim von mir untersuchten Embryo von 250 mm Länge finden wir die zentralen Zellen der dem Lidrand zunächst gelegenen, am meisten entwickelten Lappen der zwar sonst noch verhältnismäfsig wenig entwickelten Meibomschen Drüsen (vergl. unten) jedoch schon im sekretischen Zerfall. Die meisten Drüsenmündungen sind ganz ausgehöhlt und allem Urteile nach vom Sekret ausgefüllt. Die Hohlräume der Drüsenmündungen greifen stellenweise an der epithelialen Verklebung über, deren schon schlechter ernährte Zellen hier wohl teilweise direkt zerstört, hauptsächlich aber in die plattgedrückten, verhornenden Wandungszellen der Hohlräume umgewandelt werden. Schliesslich bersten diese Hohlräume in der Richtung des schwächsten Widerstandes, d. i. gegen den Bindehautsack hin.

Die epitheliale Verklebung wird also in grosser Ausdehnung zerstört. Die kleine zurückbleibende Strecke in der Mitte, dem späteren intermediären Saum entsprechend, ist so unbedeutend, dass sie einer späteren Lösung in der oben (S. 230) beschriebenen Weise — die wohl auch durch Zugwirkung der Lidmuskulatur (M. levator palp.) unterstützt wird — leicht anheimfallen muss. Die zwei Hälften der getrennten Verklebungsplatte bleiben als eine auffallend dicke, äusserlich verhornte Epidermisbedeckung der freien Lidränder bestehen; die ehemalige Wandzelle der zersprengten Haarkanälchen machen später Teile der Hornschicht aus (Embryo von 330 mm, vergl. Fig. 14). Die vollständige Lösung der vereinigten Lider geht nach Minot[1]), Hertwig[2]) u. a. erst kurze Zeit vor der Geburt vor sich, nach Königstein[3]) schon im Beginn vom 7. Monat (also beim Embryo von 350—380 mm Länge), was mit meinen eigenen Untersuchungen sehr gut übereinstimmt.

[1]) l. c.

[2]) l. c.

[3]) l. c.

Der Zeitpunkt für die vollständige Lösung der Verklebung ist aber aller Wahrscheinlichkeit nach ziemlich variabel; (es liegen sogar in der Literatur Fälle vor, wo die Verklebung noch bei dem geburtsreifen Embryo nicht gelöst war [1]).

Der Verhornungsprozess in den Zellen der Oberhaut, die von aussen her in die Lidspalte vordringt, ist nach Nussbaum[2]) bei blindgeborenen Jungen von Säugetieren die Ursache der Lösung der Verklebung, wie es beim Hund von Seiler[3]) und bei der Maus von Nussbaum nachgewiesen ist. So beruht die Lösung der Lider bei der Maus nicht auf dem Untergang des Lidepithels; in der Lidspalte findet man vor der Lösung im ganzen nur vier Zellschichten, je eine Schicht von vermehrungsfähigen Zellen, der Keimschicht, und je eine Schicht des Stratum mucosum auf jeder Seite; wenn die Lösung der Lider erfolgen soll, dringt der Verhornungsprozess in die Lidspalte hinein [Nussbaum[2])]. Wir haben oben gesehen, dass der Vorgang beim Menschen nicht ganz derselbe ist. Ich habe den Vorgang bei der Lösung der Verklebung an einer Serie von ungeborenen, fast ausgetragenen, und neugeborenen bis 9 Tagen alten Jungen von Katzen eingehend untersucht. Die Verhältnisse zeigen mit denen beim menschlichen Embryo die grösste Übereinstimmung. Die Verklebung wird durch die Hohlräume der Haarkanälchen sowie durch die an den Mündungen

---

1) Oppenheimer. Einige bemerkenswerte Fälle. The Ophth. Record, April 1906; zit. nach Zentralbl. f. prakt. Augenheilk., Juli 1906.

2) l. c.

3) Zur Entwickelung des Konjunktivalsackes. Arch. f. Anatomie und Physiologie 1890.

der Meibomschen Drüsen unterminiert. Die mittleren Schichten der mehrschichtig liegenden intermediären Zellen verhornen und zwar breitet sich der Verhornungsprozess nicht nur von vorn bezw. von der Oberhaut der Lider in der Verklebungsplatte aus, sondern auch von den verhornten Wandzellen der genannten Hohlräumen; und endlich beginnt er gleichzeitig ganz freistehend und selbständig in den hintersten Partien der Verklebung, wo zuerst eine tiefe, vom Epithel des Epidermistypus ausgekleidete Einkerbung die vollständige Lösung der Verklebung vorgeht.

Wie wir oben angedeutet haben, nehmen verschiedene epitheliale Bildungen ihren Ursprung von der epithelialen Verklebung der Lidränder, Es sind, abgesehen von den Wollhaaren, die Wimpern mit ihrem zugehörenden Drüsenapparat und die Lidtalgdrüsen (Meibomschen Drüsen). Wir wollen im folgenden die Entstehung dieser Organe näher besprechen.

Die Entwicklung der Wollhaare der Lider.

Aus den späteren Jahren verdanken wir, wie oben erwähnt, Stöhr[1]) eine ausführliche Arbeit über die Entwicklung der menschlichen Wollhaare. Ich kann mich bezüglich der näheren Details der Entwicklung der Wollhaare der Lider beschränken, auf diese Arbeit hinzuweisen. Es ist hier nur bezüglich der Zeit hinzuzufügen, dass die Wollhaare-Anlagen der Lider später

[1]) l. c.

als die Cilienanlagen (vergl. unten) angelegt werden; beim Embryo von etwa 170 mm Länge sind sie im Entstehen begriffen, beim Embryo von 250 mm schon viel [Stadium des Scheidenhaares (vergl. unten)] und beim Embryo von 330 mm vollständig entwickelt. Es ist weiter, wie wir oben gesehen haben, von einem gewissen Interesse zu bemerken, dass die Wollhaare sich auch vom Epithelgewebe der vorderen Teile der Verklebung entwickeln (vergl. Fig. 10).

Die Entwicklung der Cilien und deren Nebenorgane.

Die Wimpern werden in entsprechender Weise angelegt und auch die weitere Entwicklung der Cilienanlagen geht in der Hauptsache nach denselben Prinzipien vor, wie die der übrigen Körperhaare mit den Modifikationen natürlich, die von den lokalen und Grössenverhältnissen bedingt sein müssen. Stöhr hat in der Entwicklung der menschlichen Wollhaare 4 Stadien unterschieden. Das sind: 1. Das Stadium des Haarkeimes, 2. des Haarzapfens, 3. des Bulbuszapfens und 4. das des Scheidenhaares. Wir können auch die Entwicklung der Cilien in die entsprechenden Stadien aufteilen.

Die Wimpern werden in 2—3 Reihen hintereinander von der Hautoberfläche zur Konjunktivalfläche angelegt (Embryo von 130 mm) und zwar, wie es schon Donders[1]) beim Untersuchen eines Embryo von 170 mm bemerkt hat, und wie es natürlich leicht eintreffen kann, oft einander gegenüber oder wenigstens fast gegenüber in Ober- und Unterlid. Die Anlagen des Oberlides sind doch, wie man es ja erwarten muss, zahl-

[1]) l. c.

reicher (Embryo von 130 mm). Sie gehen von den vorderen Partien der epithelialen Verklebung aus, nur in sehr wenigen Ausnahmen von dem allerdings später verklebten Teil der Vorderfläche der Lider in unmittelbarer Nähe des Lidrandes (Embryo von 130 mm). Es ist dieses besonders hervorzuheben, denn ein Lehrbuchverfasser, Schenk[1]), hat angegeben, dass die Anlage der Wimpern erst mit der Trennung der epithelialen Verwachsung auftreten. Die ersten Anlagen am vorderen Teil der Lidnaht treten im Gegenteil ziemlich früh auf, beim Embryo von nur 80 mm Länge und sind den mehr nach hinten gelegenen, erst etwas später zum Vorschein kommenden in Entwicklung voraus [Königstein[2])] (vergl. die Embryonen von 130, 170 und 250 mm); und auch scheint es, als wäre die Entwicklung der Anlagen des Oberlides zuerst etwas weiter vorgerückt als die der Anlagen des Unterlides (Embryo von 130 mm).

Königstein hat die erste Anlage der Wimpern beschrieben — und wir sind in der Lage, seine Beschreibung bestätigen zu zu können (vergl. Embryo von 130 mm) — als »kleine, rundliche Vertiefungen, woselbst das Zylinderepithel sich wie in einer Grube einsenkt. Diese Grube ist mit denselben Zellen wie die Lidspalte ausgefüllt, nur stehen sie hier gedrängter und erscheinen auch kleiner«. Es ist hinzuzufügen, dass die Zellen des Stratum cylindricum in der Cilienanlage als dichter zusammengepresst, mit grösseren, verlängerten Kernen auftreten, in etwa derselben Weise, wie wir es auch bei den ersten Anlagen der Meibomschen Drüsen (vergl. unten und Figg. 4 u. 6) finden werden. Das unten liegende Gewebe (Corium) ist zuerst ganz ohne Veränderungen mit Ausnahme davon, dass die Zellen, die durch den eindringenden Haarkeimen zusammengepresst

1) Lehrbuch d. vergleich. Embryologie d. Wirbeltiere. Wien 1874; zit. nach Grefberg, l. c.

2) l. c.

werden sich um die Haarkeime gruppieren. Von der Bildung einer bindegewebigen Haarpapille ist in den frühesten Stadien noch gar nichts zu sehen. Die erste Anlage des Wimperkeimes ist also, genau wie es Stöhr[1]) für die der Körperhaare hervorgehoben hat, eine rein epitheliale. Es ist diese Entwicklungsstufe, die wir als das Stadium des Haarkeimes bezeichnen können.

Bei den etwas weiter avancierten Anlagen geht das Stratum cylindricum des Epithelzapfens nach hinten mit einer scharfen Biegung in das des Lidrandes über; nach vorn ist dieser Übergang weniger scharf: Die Cilienanlagen wachsen schräg nach hinten gerichtet in das mesenchymale Gewebe der Lider hinein.

Kund gibt sich die erste ciliare Talgdrüsenanlage durch eine dichtere Gruppierung bezw. Vermehrung der aus dem Stratum cylindricum herstammenden Zellen an der vorderen Seite des Epithelzapfens, welche hier zu einer kleinen Auftreibung des Cilienzapfens führt (vergl. Figg. 4 u. 5).

Am Ende der Haaranlage stellen die Zellen des Stratum cylindricum sich sehr dicht zusammen, die spätere Haarkegelbildung schon andeutend. Etwa gleichzeitig ist auch eine Vermehrung der mesenchymalen Zellen zu bemerken, die sich dichter zusammen am Ende der Cilienanlage gruppieren und hierdurch die beginnende Bildung der Haarpapille bezeichnen. Nebst der Bildung der Haarpapille gruppieren sich die mesenchymalen Zellen an dem Epithelzapfen, um hier die bindegewebige Hülle des Balges zu bilden. Fig. 5 stellt eine Wimperanlage aus dem Ende dieses Stadiums dar, die wir als Stadium des Haarzapfens bezeichnen. Es ist zu bemerken, dass die vordersten Cilienkeimen schon sehr tief in das Lidgewebe hineingedrungen sind, bis zwischen die Fibrillen der Lidmuskulatur — die ziemlich früh (Embryo von 55 Sch. St. Länge) sich zu entwickeln beginnt und im betreffenden Stadium völlig deutlich differenziiert

[1]) l. c.

ist — während die hintersten Anlagen meistens noch sehr frühe Entwicklungsstufen darstellen.

Später (am Embryo von 170 mm), als die hinteren Cilienanlagen erst etwa das (beim Embryo von 130 mm) soeben beschriebene Entwicklungsstadium darstellen, sind die vorderen Anlagen viel weiter entwickelt (vergl. Fig. 10). Sie zeigen eine charakteristische kolbige oder flaschenförmige Anschwellung an dem Ende, die zuerst von Schweiger-Seidel[1]) (an einem Embryo von etwa derselben Länge, 4 Monat) bemerkt worden ist. Diese Flaschenform kommt durch die Weiterentwicklung der bindegewebigen Haarpapille, die im Hohlkegel der epithelialen Cilienanlage hineindringt, sowie durch die beginnende Bildung des sog. Haarkegels zu stande (vergl. Fig. 10). In Übereinstimmung mit dem, was Königstein[2]) beim betreffenden Stadium konstatiert hat, zeigen an dem Embryo VII (von 170 mm) die Cilien noch keine Haarschäfte. An dem Embryo VIII (von ganz derselben Länge) ist der Haarkegel an vielen Anlagen der vordersten Reihe schon so weit entwickelt, dass man, wie in der Figur 10, sogar von einer beginnenden Haarschaftbildung (Scheidenhaar, vergl. unten S. 245) sprechen kann.

Zur Verdickung des in der Tiefe gelegenen Endes der Wimperanlage trägt auch der sogen. »Wulst« (Haarbeet) bei, der als eine Auftreibung am Epithelzapfen und zwar vorzugsweise an der Vorderseite desselben in der Nähe des papillären Endes des Haares in diesem Stadium deutlich zum Vorschein kommt (vergl. Fig. 10).

Die Anlagen der Talgdrüsen an der Vorderseite der Haaranlagen vergrössern sich und die zentralen, vergrösserten Zellen nehmen (bei den Embryonen von 170 mm) das charakteristische blasse Aussehen der Talgdrüsenzellen an.

1) l. c.
2) l. c.

An diesem Stadium (Embryo VIII) haben wir noch etwas bei der Entwicklung der Cilien ganz besonders zu beachten.

Stöhr[1]) äussert in der Behandlung des entsprechenden Stadiums in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Wollhaares: »Ausser den beiden regelmäfsigen Ausbuchtungen des Wulstes und der Haarbalgdrüsen findet man zuweilen eine dünne Ausstülpung, die auch schon Unna[2]) gesehen hat; sie liegt über der Drüse und ist nach derselben geneigten Seite, wie Drüse und Wulst gestellt; ich habe sie nur ein paar Mal und zwar in der Haut des Rückens gefunden und kann über ihre Bedeutung nur negativen Aufschluss geben. Es ist keine Anlage des Haares, denn die am blinden Ende gelegenen Zellen sind nicht zylindrisch und es fehlt die an Haarkeimen jener Stadien sonst stets vorhandene Anhäufung von Bindegewebszellen; es ist auch keine Anlage einer Haarbalgdrüse, denn es ist keine Spur einer Aufhellung und Vergrösserung der zentralen Zellen wahrzunehmen. Am meisten ähnelt die Bildung einer jungen Knäueldrüse, allein da mir — und so weit ich sehe — auch den andern Beobachtern keine Bilder zu Gesicht gekommen sind, die weiter vorgeschrittenen Stadien entsprechen — auch Unna bezeichnet sie als eine vergängliche Bildung — muss ich den Beweis dafür schuldig bleiben.« Der zitierte Verfasser bemerkt weiter im Anschluss hierzu, dass bei Kindern die Ohrschmalzdrüsen stets in die Haarbälge münden Stöhr hat offenbar die oben genannten Bildungen als modifizierte Schweissdrüsenanlagen auffassen wollen. Und ich finde eine gute Stütze für die Richtigkeit dieser Annahme darin, dass sie seiner Beschreibung nach deutliche Übereinstimmungen mit

1) l. c.

2) Beiträge zur Histologie und Entwickelungsgeschichte der menschlichen Oberhaut und ihrer Anhangsgebilde. Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. XII. 1876. Unna hat diese Ausstülpungen nur in der Augenbrauengegend gesehen.

den frühzeitigen Stadien der Entwicklung der ciliaren Knäueldrüsen (Mollschen Drüsen) zeigen. Die letztgenannten sind bekanntlich, sowie die Ohrschmalzdrüsen als modifizierte Schweissdrüsen zu betrachten [Sattler[1]), Tartuferi[2]), auf deren Arbeiten ich für die anatomischen Details der fertigen Drüsen verweise u. a.].

Königstein[3]) hat die erste Anlage der Mollschen Drüsen beim Embryo von 100 gr. gesehen, gibt aber keine genauere Beschreibung davon. Bei einem 5-monatlichen Embryo (148 gr.) bildet er die Drüsenanlage ab (als aus dem Stratum cylindricum des Lidrandes neben der Wimperanlage entstehend!) und beschreibt sie als durch eine Ausbuchtung der Zylinderzellen der Cilie entstehend, die sehr rasch wächst und in diesem Stadium schon einen schlauchförmigen Appendix der Cilie bildet.

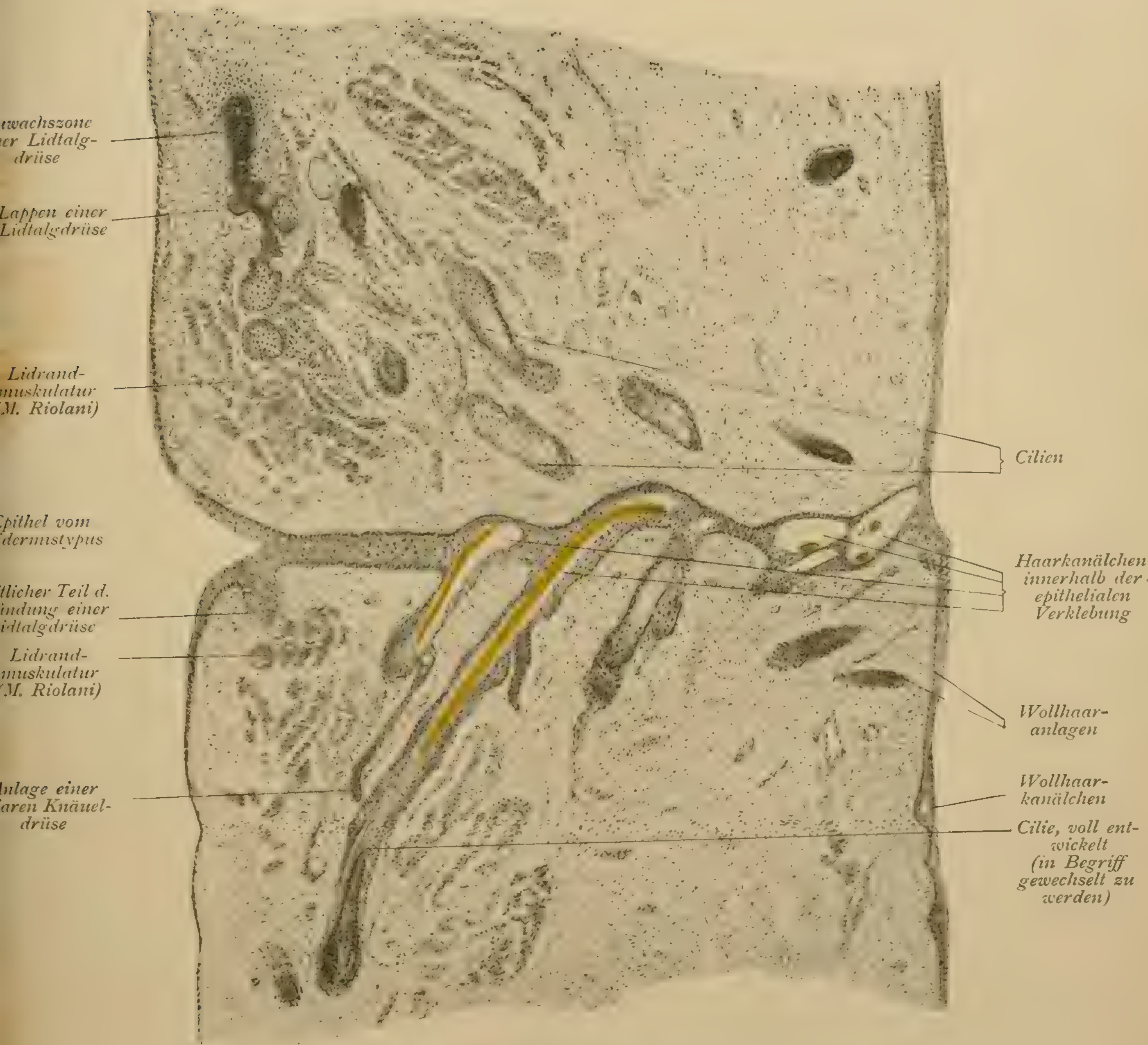
Beim Embryo VII von 170 mm Länge ist hiervon noch keine Spur zu sehen; beim Embryo VIII dagegen, das von ganz derselben Länge ist, liegen viele von den betreffenden Drüsen schon ziemlich weit entwickelt vor. Sie entspringen unmittelbar vor den ciliaren Talgdrüsen als Ausbuchtungen aus dem Stratum cylindricum an der Vorderseite der höher entwickelten Cilienanlagen und stellen hier eine sehr feine langgestreckte Epithelsäule dar. Die aus dem Stratum cylindricum herstammenden Zellen sind hier niedriger als in der Cilieanlage; diese flacheren Epithelzellen haben sich in einer einfachen Schicht um ein noch nicht gehöhltes, von ein paar Schichten von rundlichen epithelialen Zellen ausgefülltes Zentrum geordnet. Die Drüsenanlage verläuft nach einer queren Beugung etwa parallel zur

[1]) Beitrag zur Kenntnis der modifizierten (Mollschen) Schweissdrüsen des Lidrandes. Arch. für mikroskop. Anatomie XIII, 1877.

[2]) Le glandule di Moll studiate nelle palpebre dell' Homo e degli altri mammiferi e comparati alle tubolari cutanee. Arch. per le science mediche IV, No. 5, 1882. (Ref. Nagels Jahresb.).

[3]) l. c.

Fig. 11.



Embryo IX (250 mm). Schnitte von der Mitte der Augenspalte.
Vergr. 75/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 12.

Anhäufung von mesenchymalen Zellen an der Zuwachszone einer Lidtalgdrüse

Anlage des Tarsus

Lidrandmuskel (M. Riolani)

Seitliche Partien von zwei fast hintereinander gelegenen Mündungen der Lidtalgdrüsen des Oberlids

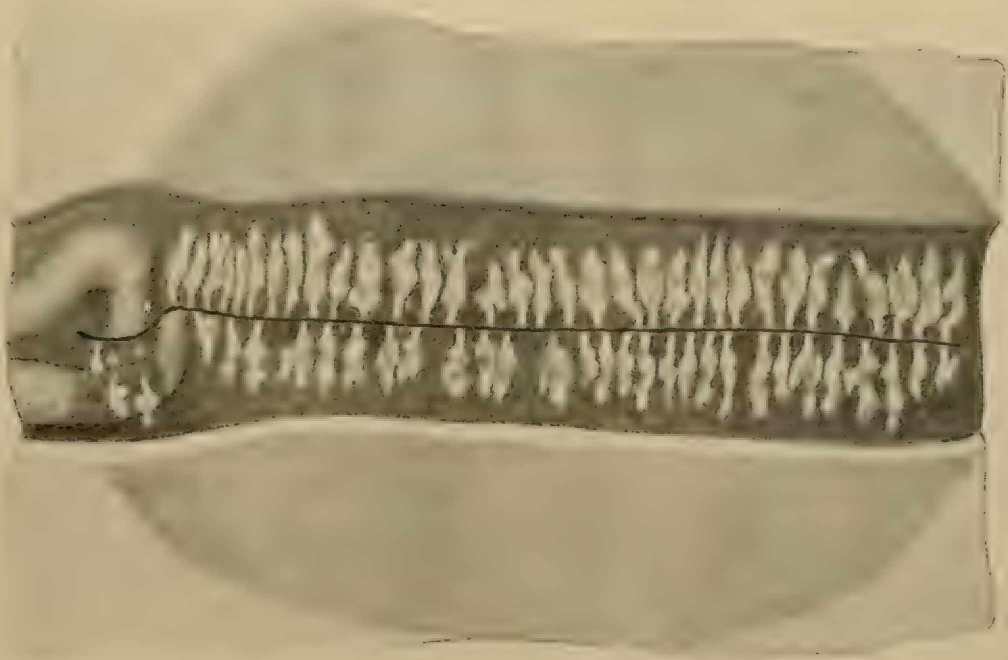
Epithel vom Epidermistypus

Dickere Partie der epithelialen Verklebung zwischen den Cilien und den Mündungen der Lidtalgdrüsen. Die Lidränder sind hier leicht rinnenförmig vertieft

Epithel vom Epidermistypus

Embryo IX (250 mm). Schnitt mehr nasalwärts in der Nähe von den Tränenpunkten.
Vergr. 50/1.

Fig. 13.



Die Entwicklungsstufe und Gruppierung der Lidtalgdrüsen beim Embryo IX (250 mm). Nach dem Rekonstruktionsmodelle gezeichnet.
Vergr. 10/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 14.

Lappen von Lidtalgdrüsen, von derbem Bindegewebe (Tarsus) umgeben

Knäueldrüsen (Mollsche Drüsen)

Cilien

Lidrandmuskulatur (Riolonis muskel)

Seitlichster Teil der Mündung einer Lidtalgdrüse

Drüsenlappen

ern- und gefässreiches Bindegewebe unterhalb der Drüsenlappen

Embryo X (330 mm). Schnitt von der Mitte der Augenspalte.
Vergr. 50/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Cilienanlage und zwar oft ebenso tief im Mesenchym, welches wir die betreffenden Bildungen ganz unverändert umgeben sehen. Sie enden entweder stumpf abgerundet oder ihr Ende zeigt meistens eine birnförmige Anschwellung, aus etwas kleineren, epithelialen Zellen bestehend (vergl. Fig. 10).

Dass wir die Anlagen dieser Drüsen nicht aus, sondern unmittelbar vor den Talgdrüsen entspringen sehen, stimmt sehr gut mit der Angabe Sattlers[1]) und Tartuferis[2]) überein, die hervorgehoben haben, dass der Ausführungsgang dieser Drüsen nie frei an der Oberfläche und nicht stets in eine Talgdrüse [wie es Waldeyer[3]), Alt[4]) u. a. meinen] mündet, sondern gewöhnlich in den unteren Teil eines Haarbalges.

Die hier oben beschriebene Entwicklungsstufe der Wimperanlagen möchten wir als Stadium des Bulbuszapfens bezeichnen, welches jetzt im Stadium des Scheidenhaares (Embryo VIII) übergeht.

Beim Embryo von 250 mm haben wir oft schon das vierte Stadium passiert. Die Haarschäfte wachsen durch die Gänge innerhalb der Verklebung nach der Oberfläche hin und zwar sind die am meisten entwickelten Cilien der vordersten Reihe auch diejenigen, die zuerst an die Oberfläche gelangen.

Die Zeissschen Drüsen nehmen allmählich im Umfang zu und beginnen Sekret zu liefern.

Die weitere Entwicklung der Mollschen Drüsen ist im Verhältnis zu ihrem im Beginne sehr schnellen Wachstum ziemlich langsam, wie es auch Königstein[5]) (bei der Unter-

1) l. c.

2) l. c.

3) Mikroskop. Anatomie der Lider und Conjunctiva. Graefe-Saemischs Handbuch, I. Aufl., 1877.

4) Original Contributions, concerning the glandulen structures appartaining to the human eye and its Appendages. Transact. of the Acad. of Sc. of St. Louis. Vol. X, 1900.

5) l. c.

suchung eines Embryos von 268 gr.) angegeben hat. Allerdings beginnen sie allmählich sich zu höhlen und zwar, wie bemerkt werden soll, ohne Zerfall der inneren Zellen, die beim weiteren Wachstum der Drüse ein helles Zentrum zwischen einander zurücklassen; nicht nur in der Mündung, sondern auch weiter nach oben wird eine Lumenbildung durch dieses hellere Zentrum angedeutet. Die Fig. 11 zeigt uns eine ausgehöhlte Drüsenmündung, die einen hellen (Eiweiss?) Tropfen enthält, wie es an Erwachsenen von Waldeyer[1]) beschrieben worden ist. Die birnförmige Anschwellung des Endes verschwindet und die spätere Knäuelung wird zuerst durch Schrägstellung des Endes nach der einen oder anderen Richtung hin angedeutet. Die Mollschen Drüsen beginnen zu Ende des 5 Embryonal-Monats (270—280 mm) sich leicht zu schlängeln (Sattler[2]). Beim Embryo von 330 mm finden wir, dass sie sich schon ziemlich deutlich knäueln (vergl. Fig. 14), wie es auch Königstein[3]) beim Embryo von 340 gr. (6 Monat) bemerkt hat. Sie haben auch meistens ein deutliches Lumen bekommen. Die letztgenannten Bildungen sollen nach Sattler[2]) bei dem reifen Embryo schon dieselbe Grösse wie beim Erwachsenen haben; die Knäuelung wird nie besonders stark.

In den früheren von mir untersuchten Stadien (Embryo von 130 mm) habe ich einzelne Wimperanlagen von der Lidfläche unmittelbar an der Grenze der Verklebung entspringen gesehen. Die letztgenannte breitet sich aber nach vorn über die spätere vordere Lidfläche aus und auch die Cilien, die aus den betreffenden Anlagen sich entwickeln, bohren sich durch das Stratum intermedium der Verklebung nach der Oberfläche.

Es ist im Stadium von 250 mm auffallend, wie tief in dem Lidgewebe und wie relativ weit nach hinten die Cilienwurzeln

1) l. c.
2) l. c.
3) l. c.

liegen (vergl. Fig. 11). Das letztere ist aber grösstenteils ganz scheinbar und wird dadurch erklärt, dass, wie wir gesehen haben, nicht nur der spätere freie Lidrand, sondern auch eine ziemlich ansehnliche Partie der Oberhaut der vorderen Lidflächen an der epithelialen Verklebung teilnimmt

Die Wurzeln der Wimpern werden doch später durch die zuwachsenden Meibomschen Drüsen und den allmählich sich weiter entwickelnden Tarsus (vergl. unten) etwas nach vorn und nach der Oberfläche gedrängt, sodass sie schliesslich (Embryo von 330 u. 390 mm, Fig. 14) ihre endgültige Gruppierung einnehmen; bei dem reifen Embryo liegen bekanntlich die verschiedenen Reihen der Wimpern einander dicht an und zwar übereinander in fast demselben Frontalplan, was augenfällig durch die Retraktion der Vorderfläche nach der Lösung der Verklebung beim Weiterwachsen der Lider nebst dem obengenannten Herausdrängen besonders der hintersten Cilienwurzeln zustande kommt. In den späteren Embryonalstadien (Embryo von 330 mm) findet schon Wechsel der Cilien in entsprechender Weise wie im postembryonalen Leben statt.

Folgt man der Entwicklung der Cilien der hinteren Reihen durch die verschiedenen untersuchten Stadien hindurch, so findet man, dass wenigstens der allergrösste Teil dieser hinteren Anlagen, sowie die mehr nach vorn gelegenen, vollständig entwickelt wird (vergl. Embryo von 330 mm). Die Anzahl der ersten Anlagen ist kaum oder gar nicht grösser als die der entwickelten Cilien. Dieses ist besonders bemerkenswert, weil zwei von den früheren Untersuchern, Schenk[1]) und Grefberg[2]), hervorgehoben haben, dass die hinteren Cilienanlagen in der Regel zugrunde gehen; wenn nicht, würde sich eine Distichiasis congenita ent-

[1]) Mitteilungen über Untersuchungen der Meibomschen Drüsen. Wiener med. Wochenschrift No. 53, 1881.

[2]) l. c.

wickeln. Durch Untersuchungen von Kuhnt[1]) und Brailey[2]) wissen wir aber jetzt, dass diese seltene Missbildung in anderer Weise entsteht und zwar so, dass die Meibomschen Drüsen durch eine besondere Cilienreihe ersetzt werden.

Es ist mir bei diesen Untersuchungen leider nicht möglich gewesen, den feineren Vorgängen beim Gruppieren der verschiedenen Zellschichten innerhalb der Haaranlage, bei der Bildung der Glashäute u. dgl. von Stadium zu Stadium detailliert folgen zu können. »10 μ dicke Schnitte sind schon kaum mehr zu gebrauchen« (Stöhr[3]). Die meisten von meinen Schnittserien sind für andere Zwecke (Rekonstruieren etc.) sowie wegen technischer Schwierigkeiten hierfür viel zu dick genommen worden. Ich habe indessen nichts gesehen, was gegen die Annahme spricht, dass die Vorgänge auch hierbei innerhalb der Cilienanlagen in der Hauptsache völlig damit übereinstimmen, was Stöhr[3]) betreffend die Wollhaare ausführlich beschrieben hat.

Das Verhalten der Wimperkanälchen hat oben beim Besprechen der epithelialen Verklebung der Lidränder seine nähere Erwähnung gefunden.

Königstein[4]) glaubt wenigstens an gewissen Stadien (Embryo von 268 gr.) wahrgenommen zu haben, dass die Entwicklung der Cilien gegen die Lidwinkel hin weiter avanciert sein sollte. Ich bin ja in der Lage gewesen, mir für alle die von mir untersuchten Stadien vollständige Schnittserien verschaffen zu können. In keinem von diesen Stadien ist es mir gelungen, irgend eine wesentlich verschiedene Entwicklung der Cilienanlage innerhalb verschiedener Partien der Augenspalte

[1]) Über Distichiasis congenita vera. Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. II, Heft 1.

[2]) Congenital Distichiasis. Ophthalmological society of the United Kingdom. 13. July 1906. Brit. med. Journal, July 1906.

[3]) l. c.

[4]) l. c.

nachzuweisen. Darum halte ich es für berechtigt anzunehmen, dass diese Aussage Königsteins auf irrtümlicher Boobachtung basiert sein muss, und dies um so mehr, als der genannte Forscher wohl nicht mit ganzen Schnittserien gearbeitet hat.

Auf die besondere Gruppierung der Cilienanlagen an dem nasalen Lidwinkel komme ich später zurück beim Besprechen der Entwicklung der Caruncula lacrimalis.

Die Entwicklung der Lidtalgdrüsen (Meibomschen Drüsen).

Morphologisch sind diese Drüsen als veränderte Hautdrüsen zu betrachten: sie haben sich aus den Balgdrüsen der Haare an denjenigen primitiven Hautfalten entwickelt, die die erste Anlage der Lider darstellen (Eggeling[1]).

Dass auch die betreffenden Bildungen in der Ontogenese als modifizierte Haardrüsen aufzufassen sind, geht u. a. daraus hervor, dass wir sie ausnahmsweise — bei Distichiasis congenita (vergl. oben) — durch völlig ausgebildete Cilienfollikeln ersetzt antreffen. Dementsprechend finden wir auch, dass die Meibomschen Drüsen in der Reihenfolge mit den Wimpern angelegt werden — und zwar bieten die Anlagen zuerst ganz übereinstimmende Bilder dar [Königstein[2]), vergl. auch Embryo von 130 mm, Fig. 6]; später aber, als die Wimpern, und zwar erst etwa gleichzeitig mit den Balgdrüsen der Cilien oder sogar noch später (Virchow[3]) beginnen die Meibomschen Drüsen sich

[1]) l. c.

[2]) l. c.

[3]) Einige Bemerkungen zur Anatomie der Lider. Anatom. Anzeiger, Erg.-Heft zu Bd. XXV, 1904.

weiter zu entwickeln. Mit den ciliaren Talgdrüsen bieten diese bekanntlich in Bezug auf den histologischen Bau sowie auf die Beschaffenheit des gelieferten Sekretes die grösste Übereinstimmung. Auch geht es aus meinen Untersuchungen hervor (vergl. Embryo von 250 mm), dass die Meibomschen Drüsen und die ciliaren Talgdrüsen etwa zu der gleichen Zeit zu sezernieren beginnen.

Im Gegensatz zu der alten, von v. Ammon[1]) u. a. vertretenen Ansicht, dass viele Drüsen und unter diesen auch die Meibomschen »durch einen eigenen Bildungsstoff und Bildungsvorgang entstehen, nicht durch Einstülpungen der fötalen allgemeinen Umhüllungshaut«, zeigte zuerst Donders[2]) (1858), dass diese Drüsen als solider Epithelzapfen aus dem Epithel des Lidrandes gebildet werden. Gegen den ersten Angaben (von Donders[2]) und Schweiger-Seidel[3]), dass die Meibomschen Drüsen sich von den verklebten Lidrändern aus ihren Ursprung nehmen, haben Schenk[4]) und Grefberg[5]) (im Jahre 1883) hervorgehoben, dass die Bildung erst nach der Lösung der epithelialen Verklebung vor sich geht. Königstein[6]) hat nach seinen im folgenden Jahre veröffentlichten Untersuchungen diese Bildungen ziemlich früh, beim Embryo von 90 mm Länge, also viel früher als die epitheliale Verklebung gelöst wird, gesehen.

In Übereinstimmung mit dem letztgenannten Forscher kann ich feststellen, dass die betreffenden Angaben von Schenk und Grefberg vollkommen falsch sind. Schon lange vor der spontanen Lösung der epithelialen Verklebung finden wir die

[1]) l. c.

[2]) l. c.

[3]) l. c.

[4]) l. c.

[5]) l. c.

[6]) l. c.

ersten Anlagen der Meibomschen Drüsen (beim Embryo von 130 mm). Sie stellen kleine rundliche Vertiefungen in dem mesenchymalen Gewebe der hintersten Partie der Lidränder dar, die von den Zellen des Stratum cylindricum der Epithelgewebe — die hier zwar etwas grösser erscheinen — ausgekleidet und im übrigen von Zellen etwa desselben Typus wie die der intermediären Schicht der Verklebung, wenn auch etwas kleiner und dichter stehend, ausgefüllt werden.

Das umgebende Mesenchym zeigt zuerst keine Veränderungen. Da die Drüsenanlagen tiefer ins Mesenchym hineinwachsen, gruppieren sich die zunächst gelegenen Mesenchymzellen kalottenförmig rings um den Epithelzapfen umher und zwar zuerst ohne Proliferation, bald aber mit einer zunehmenden Vermehrung der Zellelemente, der am tiefsten gelegenen (Zuwachs-) Zone der Drüse entsprechend (Embryo von 130 mm, vergl. Fig. 6; Embryo von 170 mm, vergl. Fig. 10).

Aus meinen, sowie auch aus den Königsteinschen Untersuchungen geht es hervor, dass die Drüsenzapfen zuerst sehr langsam wachsen. (Beim Embryo VIII, von 170 mm, wo die Cilien schon ziemlich weit avanciert sind, sind die Anlagen der Meibomschen Drüsen noch nicht viel grösser als die am meisten entwickelten beim Embryo von 130 mm.)

In späteren Stadien (Embryo von 250 mm) stellen die Anlagen ziemlich mächtige Epithelsäulen dar und dringen tief ins Lidgewebe hinein. Die Sprossung der Drüsenlappen schreitet von den Drüsenmündungen nach oben bezw. unten hervor. Die Zellen der dem Lidrande am nächsten liegenden Drüsenlappen zeigen zuerst das charakteristische Aussehen der Talgdrüsenzellen. Zentral in den Lappen beginnt in diesen Zellen sekretorischer Zerfall. Die weiter gegen die Tiefe der Lider hin gelegenen Partien der Meibomschen Drüsen stellen noch in dieser Zeit nur ganz solide Epithelzapfen dar, die vielfach Sprossungen darbieten von demselben Aussehen und Typus wie

die früheren primären Epithelzapfen an den Lidrändern. Die mesenchymalen Zellen haufen sich jetzt um die Zuwachszone besonders reichlich an (vergl. Figg. 11 u. 12).

Die allgemeine Entwicklungsstufe, wenn die Aushöhlung beginnt, ist zwar keine ganz konstante, denn Königstein[1]) soll noch bei einem Embryo von 340 gr. Gewicht (6. Monat, 260—370 mm) die Ausführungsgänge von hellen Epithelzellen eingenommen gefunden haben. Bei meinem Embryo von 250 mm sind die Ausführungsgänge schon gehöhlt: die zentralen Zellen gehen durch Zerfall herunter und die durch den herausdringenden Drüsensekret plattgedrückten Wandzellen zeigen gegen die Drüsenmündung hin Verhornungen in der Form von Keratohyalinkörnchen auf.

Die Grössenzunahme der Drüsenanlage des Unterlids hält noch an ziemlich hervorgeschrittenen Embryonalstadien (Embryo von 250 mm, vergl. Fig. 13) mit der des oberen Lides gleichen Schritt. Gegen das Ende der Embryonalzeit (Embryo von 390 mm) bleiben sie hinter den Oberliddrüsen im Wachstum zurück.

Wie die Cilien sollen auch die Meibomschen Drüsen nach Königstein[1]) eine weiter fortgeschrittene Entwicklung gegen die Lidwinkel hin zeigen. In den früheren Entwicklungsstadien habe ich diese Angabe ebensowenig wie die entsprechende Angabe betreffend die Wimpern (vgl. oben) bestätigen können. In den späteren Stadien (Embryo von 330 mm) ist es aber unzweideutig, dass die Drüsen wenigstens gegen den äusseren Lidwinkel hin — wo sie besser Raum gehabt haben sich zu entwickeln — grösser und in der Entwicklung etwas voraus sind, wie es an dem Rekonstruktionsmodelle zu sehen ist (vergl. Fig. 15).

Wenn die Epithelsäulen der Drüsenanlage in die Höhe wachsen, nehmen sie ihren Weg durch die Fibrillen der Lid-

[1]) l. c.

muskulatur, sodass von dieser (M. orbicularis) eine hintere Portion hierdurch sozusagen abgeschnitten wird. Es ist hier der hintere Teil des Lidrandmuskels (Musculus Riolani), die, wie aus den Figg. 11 u. 12 hervorgeht, im Embryonalleben eine relativ etwas grössere Ausbreitung als später besitzt. In diesem Zusammenhang soll es auch bemerkt werden (vergl. dieselbe Figg.), dass die vordere Portion des betreffenden Muskels vor den Meibomschen Drüsen durch die sogar etwas tiefer als bei dem reifen Embryo in das Lidgewebe hineinragenden Cilienwurzeln vom M. orbicularis abgeschieden wird. Das Bindegewebe des Tarsus schiebt später (Embryo von 330 mm, vergl. Fig. 14) die Bündel des Riolanischen Muskels nach der Oberfläche (freien Rande) hin zusammen.

Eggeling[1]), der, wie oben bemerkt, sich mit der Phylogenese der Augenlider viel beschäftigt hat, hebt hervor, dass die Ausbildung des Tarsus durch das Gleiten des Lides auf der Oberfläche des Bulbus allein nicht zu erklären ist, sondern dass der Tarsus u. a. in Bezug auf die Entleerung des Sekretes der Drüsen von Wichtigkeit sei. Die nahe Beziehung zwischen dem Tarsus und den Meibomschen Drüsen geht u. a. daraus hervor, dass, wenn die letzteren wenig ausgebildet sind, wie z. B. bei den Affen, auch der Tarsus eine entsprechende mangelhafte Entwicklung zeigt (Virchow[2]). Der Phylogenese etwa entsprechend, sehen wir auch in der Ontogenese, dass die erste Anlage des Tarsus wohl ziemlich früh (Embryo von 55 mm Sch. St. Länge) durch die reichliche Anhäufung der mesenchymalen Zellelementen im hinteren Teil der Lider angedeutet wird, aber erst als bindegewebige Umhüllung der Meibomschen Drüsen sich stärker zu entwickeln beginnt. Und zwar in guter Übereinstimmung mit der genannten Angabe Eggelings können wir

[1]) l. c.

[2]) Über den Lidapparat des Menschen. Verhandl. des physiol. Gesellsch. zu Berlin No. 1—4, 1904. Einige Bemerkungen etc. l. c.

also jetzt auch entwicklungsgeschichtlich feststellen, dass der Tarsus eben mit dem Beginn der sekretorischen Tätigkeit der Meibomschen Drüsen beginnt sich stärker zu entwickeln (vergl. Embryo von 250 mm). Im Stadium von 330 mm ist der Tarsus aus dem die Drüsen umgebenden Bindegewebe schon mächtig entwickelt. Die tieferen Drüsenlappen sind hier in ein ziemlich kern- und gefässreiches Bindegewebe eingebettet. Sattler[1]) hat die Lider eines sechsmonatlichen (260—370 mm) Embryos untersucht. Er bemerkt hierbei, dass die Meibomschen Drüsen bloss die untere Hälfte der Tarsuslänge oder wenig darüber einnehmen, und dass der von Drüsen freie Teil in seiner mittleren Partie ein auffallend lockeres Gewebe zeigt, in welchem zahlreiche zellige Elemente enthalten sind, die seiner Beschreibung nach deutlich im Begriff sind, sich in Bindegewebe umzuwandeln. An der vorderen und hinteren Oberfläche fand er das Gewebe des Tarsus auch in diesem drüsenfreien Abschnitte sehr dicht, die Bindegewebsbündel laufen vorzugsweise der Oberfläche parallel von oben nach unten. In dem noch drüsenfreien Teile des Tarsus sind die Gefässnetze, welche die Drüsenbeere umspinnen sollen, bereits vorgebildet und weisen gewissermafsen den wachsenden Drüsen den Weg an. In der Hauptsache stimmt die meinige mit diesem Befund Sattlers gut überein (vergl. die Embryonen von 250 und von 330 mm). Bei meinem Embryo von 390 mm zeigt der Tarsus endgültige oder doch fast endgültige Ausbreitung.

---

[1]) Beitrag zur Kenntnis der normalen Bindehaut des Menschen. v. Graefes Archiv f. Ophthalmologie XXIII, IV, 1877.

Zur Gruppierung der Cilien und der Lidtalgdrüsen. Die Entwicklung der Caruncula lacrimalis.

Wir wollen jetzt die Gruppierung der Cilien und der Meibomschen Drüsen innerhalb des oberen bezw. unteren Lides bei älteren Embryonen besprechen, wie ich dieselbe mit Beihilfe der Platten-Rekonstruktion sehr übersichtlich habe studieren können.

Die Anlagen der betreffenden Bildungen liegen lateralwärts in der Rima mit ziemlich gleichmäfsigen Zwischenräumen und zwar auch oft paarweise, einander gegenüber oder doch fast gegenüber in den beiden Lidern, wie es schon Donders[1]) beschrieben hat. Die Anlagen der Oberlidwimpern setzen sich nasalwärts an dem obern Tränenpunkt vorbei fort (Embryonen von 130 und 170 mm, vergl. Fig. 8), wo man ja auch beim Erwachsenen meistenteils einige kleinere Cilien wahrnehmen kann, die sich nicht selten bis zum inneren Lidwinkel fortsetzen. Nasalwärts vom untern Tränenpunkt sieht man am freien Lidrande keine Cilienanlage mehr, mit Ausnahme von ganz vereinzelten kleinen Anlagen unmittelbar in der Nähe des unteren Tränenpunkts. Wenn man die Anlagen der Meibomschen Drüsen des Oberlides nasalwärts verfolgt, findet man, dass sie hier immer dichter zusammen liegen, je näher man dem oberen Tränenröhrchen kommt. In dessen unmittelbarer Nähe liegen sie in den frühzeitigeren Stadien (Embryo von 170 mm) einander so nahe, dass sie fast zu einer höckerigen, vom Epithel sich erhebenden Leiste verschmolzen erscheinen (vergl. Fig. 9). In späteren Stadien (Embryo von 250 und 330 mm) finden wir nasalwärts im Oberlid die wachsenden Drüsen einander so nahe,

[1]) l. c.

dass die Drüsenmündungen stellenweise fast ganz voreinander, wie in zwei Reihen stehen (vergl. Figg. 12, 13, 15).

Von ganz besonderem Interesse ist es zu sehen (vergl. Fig. 15), wie die nasal gelegenen zusammengedrängten Drüsen am meisten in die Höhe wachsen, fast in derselben Weise, wie zu dicht stehende Bäume mehr in die Höhe schiessen.

Später, mit dem weiteren Zuwachs der Augenlider wird den Meibomschen Drüsen grösserer Raum bereitet, sodass die besprochene Gruppierung im allgemeinen bei der reifen Frucht weniger auffallend ist. Um diese Gruppierung in den späteren Stadien makroskopisch studieren zu können, habe ich Augenlider von reifen und fast reifen Embryonen mit Osmiumsäure behandelt. Nach Wegpräparieren der vor dem Tarsus gelegenen Weichteile wurden die Präparate mit 3 % Kalilauge mazeriert und darauf in Glyzerin aufbewahrt. Durch diese Behandlung treten die schwarz gefärbten Meibomschen Drüsen besonders schön hervor; man sieht dabei sehr gut, dass die Drüsen des Oberlids noch bei dem reifen Embryo nasalwärts näher zusammen liegen. Oft treffen wir auch sogar beim Erwachsenen die Drüsen des Oberlids nasalwärts einander dichter anliegend, wie wir es z. B. im Lehrbuch von Rauber[1]) als Typus des Verhaltens abgebildet sehen können.

Diese besondere Gruppierung der nasalen Anlage der Oberliddrüsen steht allem Urteile nach mit der Entwicklung des Tränenröhrchensystems in engster Beziehung. In zwei voriges Jahr veröffentlichten Arbeiten teilen Fleischer[2]) und Matys[3]) die interessante Beobachtung mit, dass bei den Säugetieren, einschliesslich des Menschen, nicht nur das obere Tränenröhrchen, sondern auch das untere durch eine selbständige Sprossung gebildet wird, die von dem oberen Ende der vom

[1]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 6. Aufl. Leipzig, 1903.

[2]) l. c.

[3]) l. c

Ektoderm abgeschnürten Tränenkanalanlage ausgeht. Dabei bleibt, wie es schon bei etwa 11 mm langen menschlichen Embryonen zu erkennen ist, die Entwicklung des oberen Röhrchens hinter derjenigen des unteren zurück. Bei einem menschlichen Embryo von 20 mm Steissscheitellänge fand Fleischer gegen die Tränenfurche hin die Verzweigung des Stammes der Tränenkanal-Anlage in das schlanke, gestreckt verlaufende untere Röhrchen und das einen kurzen, knopfartigen Spross darstellende obere Röhrchen. Die Beobachtungen von Matys sowie die von mir an meinen Embryonen von 20 u. 20,5 mm bestätigen hierin völlig die Fleischerschen Untersuchungen.

Beim Embryo von 33 mm finden wir schon angedeutet und bei dem von 40 mm tritt es sehr deutlich hervor, dass die Verbindung der Tränenröhrchenanlagen mit dem Epithel an dem oberen bezw. an dem unteren Augenlid in etwas verschiedener Weise stattfinden. Die längere untere Röhrchenanlage inseriert nämlich bedeutend weiter lateralwärts als die obere Röhrchenanlage, die mit der medialsten Partie des oberen Augenlidrandes in Verbindung tritt (vergl. Figg. 2, 3).

Beim Embryo von 55 mm Sch.-St.-Länge finden wir hauptsächlich dieselben Verhältnisse wieder. Die Röhrchenanlagen stellen in Verhältnis zur Umgebung ziemlich mächtige Bildungen dar.

Schon von Ammon[1]) bemerkte, dass die Tränenpunkte zu Ende des vierten Monats verhältnismäfsig gross sind und sich »auf eine Art Erhöhung, Zitze, wie die Ausführungsgänge der Brustdrüsen« befinden (vergl. auch Embryo von 40 mm).

Das relativ starke Wachstum der beiden Tränenröhrchen macht sich in den folgenden Entwicklungsstadien noch mehr bemerkbar. Das obere Röhrchen ist etwas dicker wie das untere. Es schiebt sich in der Folge weiter lateralwärts in dem Augenlid, sodass seine Verbindungsstelle mit dem Epithel (= das

1) l. c.

obere Punctum lacrimale) dem unteren Punctum lacrimale allmählich näher rückt (Embryo von 170 mm, vergl Fig. 9). Der obere Tränenpunkt liegt jedoch immer auch in den späteren Stadien etwas nasalwärts von dem unteren.

Der ganze Tränenröhrchenapparat ist bei den 170 mm langen Embryonen eine beträchtliche Bildung und nimmt in den betreffenden Augenlidpartien viel Raum ein.

Wenn man das erwähnte Verhältnis — dass das obere Punctum lacrimale ursprünglich näher am medialen Augenwinkel liegt und sekundär etwas weiter lateralwärts verschoben wird — mit der oben erwähnten Tatsache vergleicht, dass die Meibomschen Drüsen des Oberlids nasalwärts auffallend dichter liegen, so bekommt man den bestimmten Eindruck, dass das obere Tränenröhrchen bei seiner relativ starken Verlängerung die am nächsten liegenden Drüsenanlagen zusammengepresst hat.

Die Meibomschen Drüsen des Unterlids liegen nasalwärts nicht wesentlich dichter als in der übrigen Lidspalte. Nach innen vom unteren Tränenpunkt gibt es in dem Lidrande zwar keine Drüsenanlagen bezw. nur sehr vereinzelte Cilienanlagen (vergl. oben) mehr. Sie kommen doch auch in dieser Region zum Vorschein, liegen aber nicht im Lidrande, sondern in der Nähe desselben an der hinteren Seite des Unterlids, wo sich ein epithelgekleideter dicker Wulst von mesenchymalem Gewebe hervorhebt, der mit Drüsen- und Cilienanlagen förmlich gespickt ist (vergl. Figg. 7, 8, 9). Dieser Wulst stellt die erste Anlage der Caruncula lacrimalis dar[1]). An den jüngeren von mir untersuchten Stadien (bis 55 mm Sch.-St.-Länge) ist noch keine Karunkelanlage vorhanden, was mit der Angabe von Ammons[2]) wohl übereinstimmt, dass noch beim Fötus

1) Vergl. Ask: Über d. Entwickl. d. Caruncula lacrim. beim Menschen, nebst Bemerkungen über d. Entwickl. d. Tränenröhrchen u. d. Meibomschen Drüsen. Vorläuf. Mitteil. Anatom. Anzeiger Bd. XXX.

2) l. c.

des dritten Monats von der Bildung der Caruncula lacrimalis nichts zu sehen ist. Bei unserem Embryo von 130 mm ist gleichzeitig mit dem Auftreten der Cilien- und Drüsenanlagen auch der betreffende Wulst zum Vorschein gekommen, und er wird bei dem weiteren Zuwachs dieser Anlagen noch mehr markiert.

Wie für die besondere Gruppierung der nasal gelegenen Drüsenanlagen des Oberlids scheint die Entwicklung des Tränenröhrchensystems — wie ich es oben skizziert habe, auch für die besondere Gruppierung der nasalen Drüsen- (und Cilien-) Anlagen des Unterlids bezw. für die Bildung der Caruncula lacrimalis ausschlaggebend zu werden. Das untere Tränenröhrchen ist von Anfang an so weit lateralwärts mit dem Epithel des Lidrandes in Verbindung getreten, dass hierdurch ein Teil vom Epithelgewebe des Lidrandes einschliesslich einiger (erst später zum Vorschein kommenden) Drüsen- und Cilienanlagen von der übrigen Reihe abgeschnitten wird und nasalwärts vom unteren Tränenpunkt disloziert ist.

Wenn nun in den folgenden Stadien die Tränenröhrchen sich relativ stark vergrössern, scheint diese isolierte Drüsen- und Ciliengruppe bei ihrem weiteren, in den späteren Embryonalstadien sehr massenhaften Grössenzuwachs in dem eigentlichen Lidrande keinen Raum mehr zu finden. Die Mesenchympartie der Karunkelanlage wird daher vom unteren Augenlid teilweise geschieden und hebt sich bald als eine kurze, dicke, mit Drüsenanlagen gefüllte Falte auf, welche allmählich ihre ursprüngliche Beziehung zum unteren Lidrand fast verliert und nach dem medialen Lidwinkel verschoben wird.

Wie oben in der Einleitung bemerkt wurde, ist über die Entwicklung der Caruncula lacrimalis bisher nur sehr wenig bekannt. Cosmettatos[1]) beschreibt kurz die Karunkelbildung beim Schwein. Die Karunkel geht hier vom freien Rand des

---

[1]) Recherches sur le developpement des voies lacrymales. Thèse, Paris, 1898.

unteren Augenlides aus; später vereinigt sie sich auch mit dem oberen Lide, gliedert sich in der Folge von beiden ab. Der genannte Autor hat die Karunkelbildung nur beschrieben, nicht zu erklären versucht. Er bemerkt, dass das Tränenröhrchensystem schon eine beträchtliche Entwicklung erreicht hat, bevor die Karunkelbildung beginnt. Er hat aber die letztere mit der Entwicklung des Tränenröhrchensystems nicht kombiniert, deren wahrer Vorgang ihm nicht bekannt war und die übrigens beim Schwein gewisse Verschiedenheiten von den Verhältnissen beim Menschen darbietet. Krischewsky[1]) beschreibt vom 3 monatlichen menschlichen Embryo die Anlage von epithelialen Gebilden der Caruncula als einen »Epithelzapfen« auf die Semilunarfalte. »Eine eigentliche Caruncula ist noch nicht vorhanden«. v. Ammon[2]) hat, wie oben bemerkt worden ist, noch im 3. Monat keine Spur von der Karunkel gesehen. Nach Burdach[3]) erscheint beim Menschen die Karunkel in der achten Woche im inneren Augenwinkel. Erdl[4]) hat den Kopf eines vierwöchentlichen menschlichen Embryo abgebildet, welcher zwischen der Oberkieferanlage und dem stark entwickelten äusseren Nasenfortsatze eine Furche aufweist (Tränen-Nasenfurche). Diese zieht von der Nasenöffnung zum Auge, ist relativ kurz, wird am Auge seichter und gestaltet sich hier durch das Einschieben des Augenhügels zwischen die beiden Fortsätze zu einem kleinen, von nach aussen konkaven Seiten begrenzten Dreieck, der als primitiver Caruncula lacrymalis ausgelegt worden ist.

Die gewöhnlichen Hand- und Lehrbücher [Minot[5]), Nussbaum[6]), Hertwig[7]) u. a.] enthalten über die Entwicklung der

[1]) l. c.

[2]) l. c.

[3]) l. c.

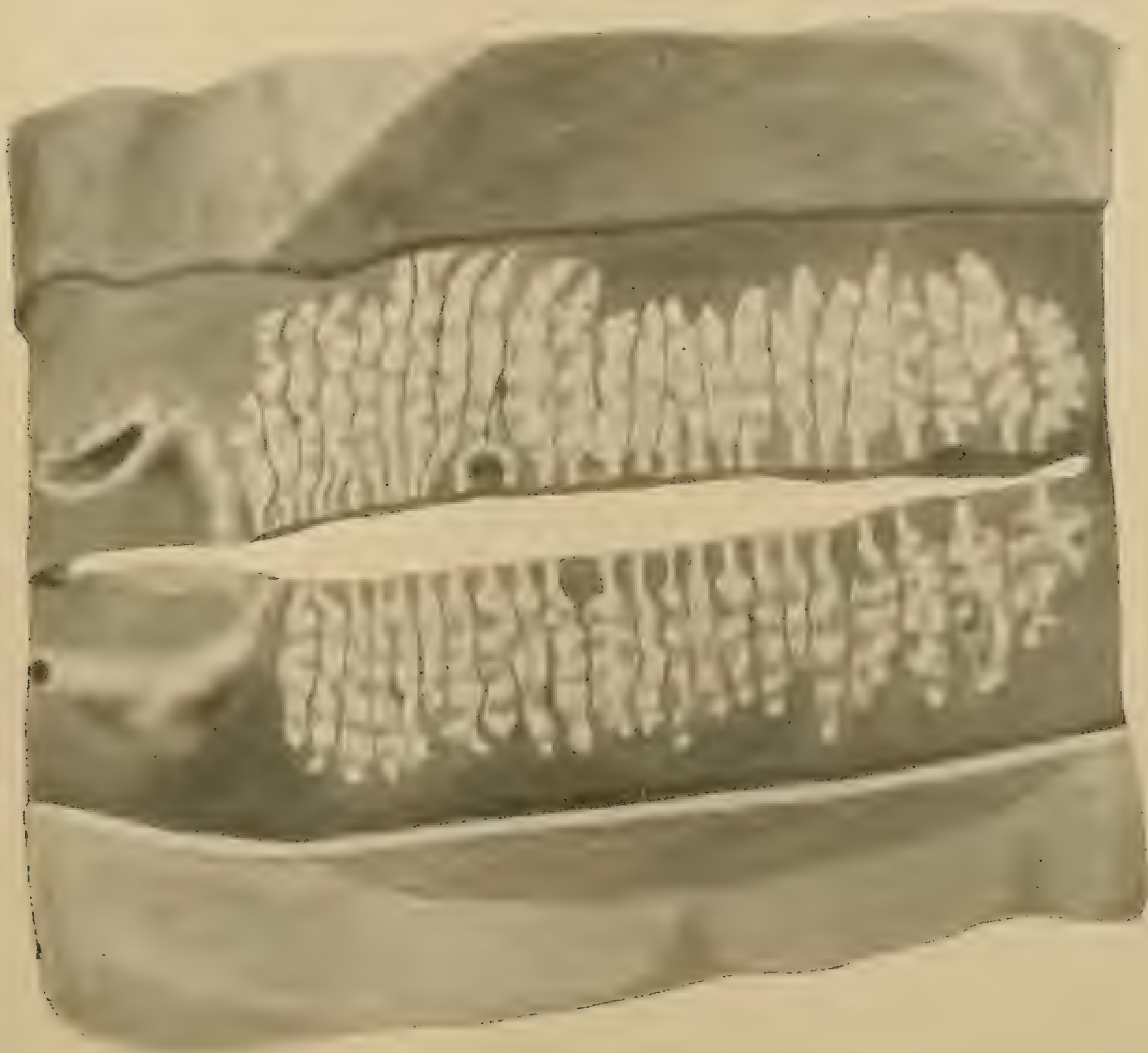
[4]) Die Entwicklungsgeschichte des Menschen und des Hühnchens im Ei. Leipzig 1845/46 Zit. nach Legal l. c.

[5]) l. c.

[6]) l. c.

[7]) l. c.

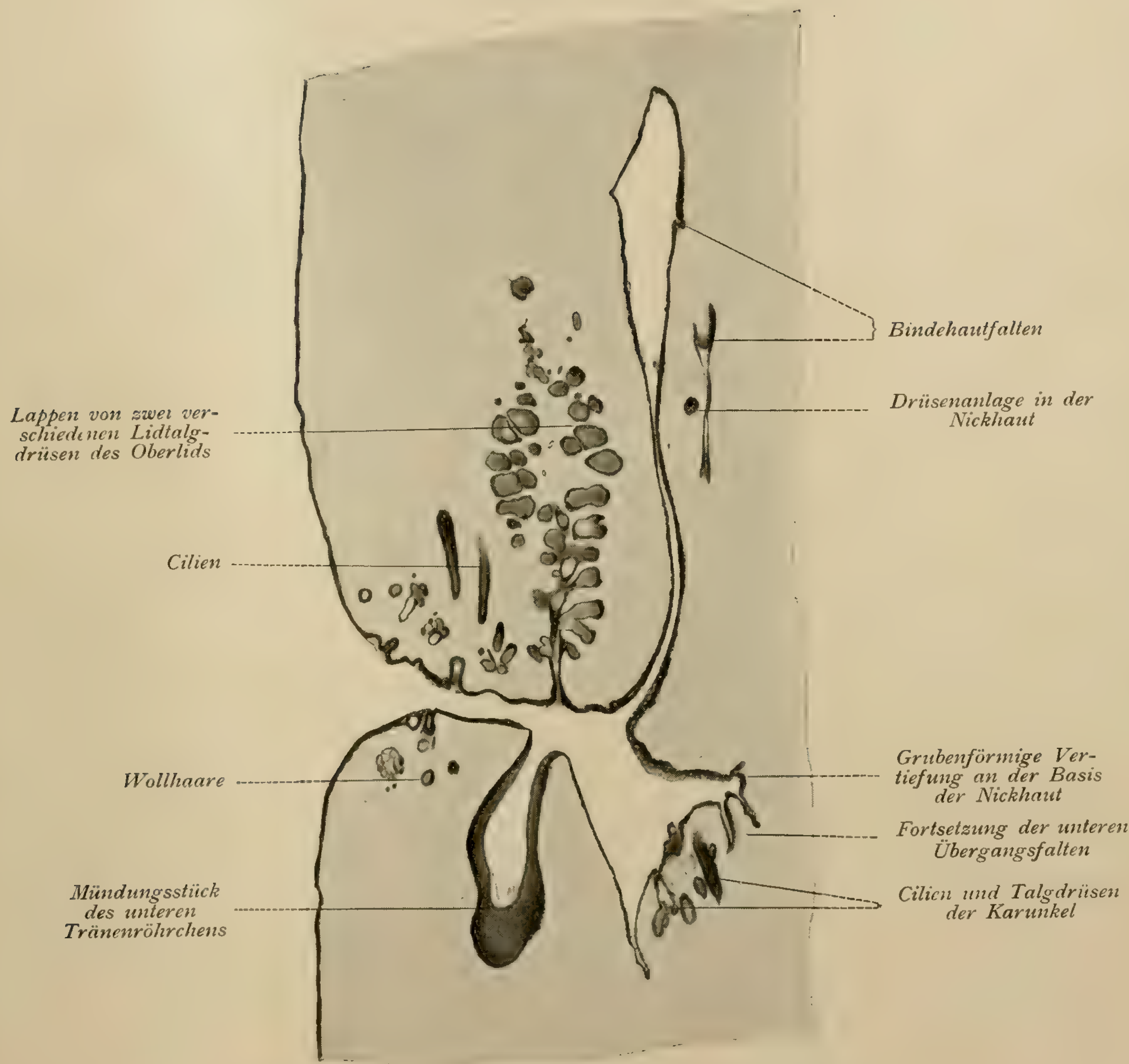
Fig. 15.



Die Entwicklungsstufe und Gruppierung der Lidtalgdrüsen beim Embryo X (330 mm). Nach dem Rekonstruktionsmodelle gezeichnet.
Vergr. 10/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 16.



Embryo XI (390 mm). Schnitt von der Karunkelgegend.
Vergr. 20/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Fig. 17.



Horizontalschnitt durch Karunkel, Nickhaut und Augapfelbindehaut von reifen Embryo.
Vergr. 25/1.

VERLAG VON J. F. BERGMANN, WIESBADEN.

Caruncula lacrimalis entweder kein Wort oder sogar ganz falsche Angaben. Nicht nur in Arbeiten, die zeitlich schon sehr viel zurück liegen [Krause[1])] wird die Karunkel als der Nickhaut zugehörend bezeichnet; so gibt z. B. Hertwig[2]) in der in diesem Jahre erschienenen dritten Auflage seines Lehrbuches an, dass »eine Anzahl kleiner Drüsen, die sich in Plica semilunaris entwickeln, ein kleines rötliches Knötchen (die Caruncula lacrimalis) bedingt«. Es ist jetzt durch meine Untersuchungen vollkommen bewiesen, dass diese letztgenannte Angabe, sowie die von Krischewsky, Erdl und Burdach, ganz fehlerhaft sein muss. Die Tränenkarunkel kommt erst ziemlich spät mit dem Auftreten der Lidrandorganen zum Vorschein. Sie nimmt beim Menschen ihren Ursprung ganz und gar von der nasalsten Partie des Unterlids und wird erst sekundär in die Nähe der Semilunarfalte gebracht. Dieser Ursprung erklärt, dass man zufällig [Peschel[3])] die im übrigen normal gefundene Karunkel von Epidermis bedeckt finden kann, die mit der am medialen Lidwinkel angrenzenden Haut zusammenhängt.

Wir verdanken Stieda[4]) eine ausführliche kritische Arbeit über die Anatomie der Karunkel: »Die Tränenkarunkel besteht«, sagt dieser Autor, »aus einer bindegewebigen Grundlage und ist von Epithel (Epidermis) überzogen« . . . »Medianwärts zum Bulbus hin wird das Epithel allmählich niedriger und schwächer, sodass keine scharfen Grenzen zwischen dem Epithel der Caruncula und dem Epithel der Plica semilunaris sich findet«. »Die bindegewebige Unterlage verhält sich im allgemeinen wie die

1) Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1842.

2) l. c.

3) Kongenitaler Epidermisüberzug der Tränenkarunkel. Zentralbl. für Augenheilk., 27, 1903.

4) Über die Caruncula lacrymalis des Menschen. Archiv f. mikroskop. Anatomie XXXVI, 1890.

Lederhaut, ist nach oben gegen das Epithel hin nicht völlig glatt und eben, sondern zeigt leichte Unebenheiten, die man immerhin als Papillen bezeichnen kann. Das Bindegewebe ist fibrillär, in der Tiefe reichlich von Fettzellen durchsetzt. Die oberste Schicht ist zu einer Grenzmembran geworden, die überaus deutliche, kleine, feine Fortsätze zwischen die Zellen des Epithels hineinsendet. Die Karunkel ist reichlich mit Blutgefässen versehen. Regelmäfsig finden sich im Bereich der Karunkel glatte und quergestreifte Muskelfasern . . .« Stieda konstatiert weiter die Anwesenheit von Haaren und Talgdrüsen innerhalb der Karunkel. Zufällig hat er Pigment im Bindegewebe und (nur beim Erwachsenen) sog. Becherzellen im Epithel gefunden.

Insoweit stimmt ja hier die nach Stieda wiedergegebene Beschreibung völlig mit dem überein, was wir laut der oben geschilderten Entwicklung der Karunkel aus dem unteren Lidrande zu finden erwarten können, denn die erwähnten Bestandteile der Karunkel müssen den entsprechenden Geweben des Unterlids entzogen worden sein.

Die grosse Mehrzahl der Verfasser, die dieses Gebiet behandelt haben, geben mit Sattler[1]) und Waldeyer[2]) an, dass die Caruncula Schweissdrüsen bezw. Mollsche Drüsen enthält. Hiergegen behaupten Stieda, Tartuferi[3]) u. A., dass die letzterwähnten Bildungen innerhalb der Karunkel vollständig mangeln. Der letzte Untersucher dieser Verhältnisse, Alt[4]), hat doch wieder in der Karunkel ab und zu eine oder zwei modifizierte Schweissdrüsen gefunden, gewöhnlich im Zentrum, denen des Lidrandes gleichwertig.

Bei meinen vorliegenden Untersuchungen bin ich in der Lage, die betreffende Angabe Stiedas u. A. auch beim Embryo

---

[1]) l. c.

[2]) l. c.

[3]) l. c.

[4]) l. c.

der Hauptsache nach bestätigen zu können, indem in keinen von den diesbezüglich untersuchten Embryonen — nur einen Fall (Embryo XI) ausgenommen, wo eine einzige ganz rudimentäre Knäueldrüsenanlage zu sehen ist — Anlagen zu Mollschen Drüsen zum Vorschein kommen, obgleich wir gleichzeitig zahlreiche solche Drüsenanlagen bei den Cilien der Lidränder finden: die Anwesenheit von Schweissdrüsen an dieser immer von Tränen befeuchteten Stelle scheint ja garnicht nötig zu sein, die Natur bietet uns doch zahlreiche Beispiele, wie Organe, die nicht mehr nötig oder nützlich sind, oft vollständig aufhören, zum Vorschein zu kommen. Ich habe indessen, wie oben bemerkt, gezeigt, dass wir ausnahmsweise Mollschen Drüsen innerhalb der Karunkel als zufälligen Befund antreffen können (ebensowohl wie ich solche Drüsen als zufälligen Befund im hinteren Teil des Oberlidrandes, hinter den Meibomschen Drüsen gefunden habe [vergl. Fig. 14]). Bei vielen Tieren, z. B beim Schwein, enthält die Karunkel Massen von Schweissdrüsen (Szakall[1]).

Es gibt aber eine Bildung, die sich in der Caruncula vorfinden soll, die wir nicht als aus dem Lidrande entnommen erklären können. Schon W. Krause[2]) lässt die Karunkel ausser Talgdrüsen und Lanugohärchen[3]) etc. auch acinöse Drüsen vom Typus der Krauseschen Drüsen der Bindehaut enthalten. Dies ist von Tartuferi[4]) u. A. bestätigt worden. Stieda hat eine einzige acinöse Drüse von dem Krauseschen Typus innerhalb der Karunkel gefunden. Diese Drüse besteht aus 2—3 Läppchen,

[1]) Beiträge zur Anatomie der Tränenkarunkel bei unseren Haussäugetieren. Arch. f. wissensch. und prakt. Tierheilk. Bd. 26, 1900.

[2]) Allgemeine und mikroskop. Anatomie, Hannover 1876; Über die Drüsen der Conjunctiva. Zeitschr. f. ration. Medizin IV, 1854.

[3]) Wie wir oben gesehen haben, sind die Härchen der Caruncula eher als Cilien zu betrachten als Lanugohärchen, die in der Augenliderregion erst etwas später angelegt werden.

[4]) l. c.

die mit einem gemeinsamen, auffallend geschlängelten Ausführungsgang trichterförmig am Gipfel der Caruncula münden. Die Zellen der Drüsenlappen liegen in einfacher Schicht und umgeben ein feines, nicht immer deutliches Lumen; ihr Protoplasma ist feinkörnig und schliesst den runden, in der Mitte der Zellen gelegenen Kern ein. Sonach gehören die Drüsen zum Typus der serösen Drüsen. Im Hauptgang ist das Epithel zweischichtig, nach der Mündung hin mehrschichtig. Alt[1]) fand auch fast regelmäfsig eine oder sehr häufig zwei acinöse Drüsen vom Typus der Tränendrüse, in der Regel je eine der oberen und der unteren Abdachung der Karunkel naheliegend; sie münden entweder auf der Karunkel oder auf der Plica conjunctivalis. Szakall[2]) hat beim Menschen Schleimzellen im Epithel so gruppiert gefunden, dass sie »Ähnlichkeit mit einer acinösen Drüse haben«.

Betrachten wir jetzt die weitere Entwicklung der Karunkel während der späteren Embryonalstadien, so werden wir über die Abstammung dieser acinösen Drüsenbildungen sogleich ins Klare kommen. Wir sehen (beim Embryo von 390 mm), dass die Karunkel mit dem weiteren Wachstum der Lider nach unten in der Tiefe verschoben worden ist, wo sie jetzt die frühere leichte Aushöhlung der unteren Partie der Nickhaut in eine tiefe Grube an der Nickhautbasis verwandelt hat. Sie wird aber von der näheren Relation zur Nickhaut durch Bindehautfalten geschieden, welche direkte Fortsetzungen der Übergangsfalten des unteren Fornix bilden. Die nahe Beziehung der Karunkel zu denjenigen Teilen der Bindehaut, die eine der Prädelektionsstellen für die Entwicklung der Krauseschen Drüsen ausmachen, lässt aber keinen Zweifel darüber bestehen wovon die betreffenden Drüsen der Caruncula lacrimalis herkommen (vgl. Fig. 16). Über die im Übergangsteil gelegenen

1) l. c.
2) l. c.

Krauseschen Drüsen ist man aber einig, dass sie in Anzahl, Grösse und Lagerung sehr variieren können; im Durchschnitt finden sich 2 bis 6 in der unteren Übergangsfalte (Sattler[1]). Ich halte es deshalb für sehr zweifelhaft, dass das Auftreten von Drüsen vom Krauseschen Typus als ein konstantes Vorkommen innerhalb der Karunkel zu betrachten sei. Ich habe in den von mir untersuchten vollständigen Schnittserien von den Karunkeln des reifen Embryos keine andere Drüsenbildung als Talgdrüsen mit oder ohne Härchen gefunden. Entweder entwickeln sich die von Stieda[2]) u. A. beschriebenen acinösen Drüsen der Karunkel erst nach der Geburt — noch beim Embryo von 390 mm sind auch in den unteren Übergangsfalten keine Krauseschen Drüsen zum Vorschein gekommen — oder kommen sie nicht als konstanter Befund vor.

Stieda[3]) hat Becherzellen in dem Epithel der Karunkel nur beim Erwachsenen gefunden. Ich habe solche Bildungen schon beim Neugeborenen (XII), und zwar zahlreich, gesehen.

Die Entwicklung der Membrana nictitans.

Zu der Zeit, als das grosse embryologische Werk von Minot[4]) geschrieben wurde, war über die Entwicklung der Membrana nictitans beim Menschen laut dem genannten Verfasser garnichts bekannt. Nussbaum[5]) sagt hierüber kein Wort. Hertwig[6]) erwähnt die Plica semilunaris nur vorüber-

1) Beitrag zur Kenntnis etc. l. c.
2) l. c.
3) l. c.
4) l. c.
5) l. c.
6) l. c.

gehend und zwar ohne jede nähere Angabe (vergl. auch oben beim Besprechen der Karunkel). Krischewsky[1]) hat die Anlage der Nickhaut bei einem Embryo von 3 Monaten kurz beschrieben als »einen ziemlich voluminösen Vorsprung des Bindegewebes der Conjunctiva, auf welchem man einen Epithelzapfen als Anlage von epithelialen Gebilden der Caruncula bemerkt« (vergl. oben). Und er hebt hervor, dass die Semilunarfalte schon bei Embryonen von sehr frühen Stadien vorhanden sei.

Im ganzen sind also die Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Nickhaut beim Menschen bis jetzt sehr dürftig. Mein Material hat mir in ziemlich grosser Ausdehnung die Gelegenheit gegeben, auch diese Verhältnisse zu studieren. Ich fasse hier die diesbezüglichen Resultate meiner Untersuchungen zusammen.

Wir haben oben beim Besprechen der Karunkelbildung bemerkt, dass Erdl[2]) und Burdach[3]) an menschlichen Embryonen von frühen Stadien (4.—8. Woche) eine kleine Bildung dem inneren Augenwinkel entsprechend gefunden haben, die als erste Anlage der Tränenkarunkel gedeutet worden ist. Wie es aus meinen Untersuchungen hervorgeht, muss diese Annahme falsch sein, denn die Karunkel erscheint erst viel später und zwar in ganz anderer Weise, wie wir es ja oben gesehen haben. In guter Übereinstimmung mit den genannten Forschern finde ich indessen bei meinen 20 bezw. 20,5 mm Embryonen eine flach hügelförmige Auftreibung an dem von den genannten Autoren angegebenen Platz. Dieser Platz entspricht aber nicht nur der späteren Stelle der Karunkel, sondern ebensowohl auch derjenigen der Nickhaut, die wir auf einer nicht viel späteren Entwicklungsstufe (Embryo von 33 mm) hier schon völlig deutlich

---

1) l. c.

2) l. c.

3) l. c.

wiederfinden. Ich finde es deshalb berechtigt, die betreffende kleine Erhebung als die erste Anlage der Nickhaut zu betrachten (vergl. Fig. 1). Diese folgt also ziemlich bald nach der Anlage der Lider. Am Embryo von 33 mm liegt die Membrana nictitans wie gesagt völlig deutlich vor. Sie bildet hier im inneren Lidwinkel einen kleinen wallförmigen nach aussen konkaven Wulst an der Grenze zwischen Sklera, bezw. Conjunctiva bulbi und Conjunctiva palpebralis (vergl. Fig. 2). Bald sehen wir (beim Embryo von 40 mm) diesen Wulst sich unten etwas weiter lateralwärts erstrecken als nach oben, seine endgültige Konfiguration und Lage schon einnehmend. Beim Embryo von 55 mm Sch. St. Länge und auch später (beim 170 mm Embryo, vergl. Fig. 7) ist die Nickhaut im Vergleich mit den umgebenden Teilen verhältnismäfsig grösser als bei dem reifen Embryo. Ihre Ontogenese stimmt also mit ihrer Phylogenese in diesem Punkt überein[1]).

Die in den früheren Stadien sehr nahe Beziehung zwischen der Basis der Nickhautanlage und der Sclera macht es leicht verständlich, dass, wie es Eversbusch[2]) hervorgehoben hat,

[1]) Vor kurzem hat Fleischer (Anatom. Anzeiger Nr 19 u. 20, 1907) einen Fall von mächtig entwickelter Nickhaut bei einem menschlichen Neugeborenen beschrieben, der mit der Entwicklung eines völlig deutlichen M. retractor bulbi kombiniert war, und zwar scheint, wie es der genannte Autor näher entwickelt hat, die Nickhaut und der genannte Muskel in einer ganz bestimmten, sehr engen Relation zu einander zu stehen. Man könnte deshalb geneigt sein, anzunehmen, dass da in früheren Embryonalstadien die Nickhaut verhältnismäfsig mächtig entwickelt ist, wir hier auch vielleicht eine später sich zurückbildende Andeutung des betreffenden Muskels finden würden. Ich habe mit Rücksicht hierauf die Orbita von den Embryonen von 55 mm Sch. St. Länge und 170 mm Gesamtlänge (E. VII) genau untersucht. Die äusseren Augenmuskeln sind alle sehr gut zu sehen, von einem M. retractor bulbi ist aber keine Spur vorhanden.

[2]) Über einige Veränderungen der Plica semilunaris. Bericht über die 15. Versammlung d. Ophthalm. Gesellsch. zu Heidelberg, 1883, zitiert nach Nagels Jahresb.

das der Membrana nictitans zugrunde liegende Bindegewebe in mancher Hinsicht dem der Sklera gleicht.

Schon beim Embryo von 55 mm Sch. St. Länge besteht die Nickhaut nicht mehr aus undifferenziertem Mesenchymgewebe. Die Zellelemente haben sich in die Länge gezogen und dem Gewebe den Charakter von jungem, kernreichen Bindegewebe verliehen. Auch sind einzelne Gefässe zu bemerken. Einzelne Gruppen von mesenchymalen Zellen im Inneren der Nickhaut haben das Aussehen von jungen Muskelzellen. Die Membrana nictitans wird noch mit Epithel von demselben Typus wie das der Bindehaut — ein Stratum cylindricum und darüber eine Schicht von niedrigeren Zellen — bekleidet. Später (beim 130 mm Embryo) geht das mesenchymale Gewebe in fibrilläres Bindegewebe über. Bei dem reifen Embryo bezw. beim Erwachsenen besteht die Nickhaut bekanntlich aus zahlreichen, von der Basis der Karunkel und dem medialen Teil der Conjunctiva ausgehenden, in die Falte hineindringenden, nach allen Richtungen sich verfilzenden Bindegewebsbündeln, die sich nahe dem vorderen Rande der Plica in ein lockeres Netzwerk auflösen (Eversbusch). Das Epithel nimmt gegen das Ende der Fetalzeit an der Vorderseite der Nickhaut an Dicke zu, es wird hier zu ein Übergangsepithel, sodass es in der Mitte fast etwas an das Aussehen der äusseren Haut erinnert (Embryo von 390 mm).

Durch den Druck der zuwachsenden umgebenden Teile, die Karunkel und der Augapfel, wird die Nickhaut während der späteren Embryonalstadien zusammengepresst; der freie Rand, der ausser dem Gebiet der Karunkel gelegen ist, wird weniger gedrückt und ist verhältnismäſsig viel dicker als die übrigen Partien der Nickhaut. Ihm entsprechend zeigt die Conjunctiva bulbi eine tiefe Impression und hebt sich, den freien Rand der Nickhaut faltenförmig umfassend, hervor (vergl. Fig 17).

Das Epithel zeigt ziemlich früh (Embryo von 130 mm) in der Nähe des freien Randes nach oben hin eine leichte Vertiefung

gegen das Mesenchym, die als Anlage einer Drüse imponiert. Später (Embryo von 170 mm) finden wir diese Bildung als einen soliden Epithelzapfen wieder, den wir in den letzten Stadien des Embryonallebens (Embryo von 390 mm) noch ziemlich unverändert sehen, nur ist er tiefer ins Gewebe hineingedrungen. Schliesslich, beim reifen Embryo, beginnen die zentralen Zellen zu zerfallen und ein Lumen bildet sich in dieser Weise innerhalb des Zapfens aus. Die betreffende Bildung kann auch doppelt vorkommen (vergl. reifes Embryo).

Es handelt sich hier um eine rudimentäre, ziemlich früh angelegte, aber später in der Entwicklung zurückbleibende Drüse. Es muss diese Bildung sein, die sich zu der mehrfach beobachteten kleinen traubenförmigen Drüse der Nickhaut entwickeln kann; diese ist als Rudiment einer Harderschen Drüse gedeutet worden (Giacomini[1]).

Bemerkungen zur Entwicklung der Tränenableitungswege.

Die erste Entwicklung der Tränenableitungswege ist, wie oben erwähnt, durch die neulich erschienenen Arbeiten von Fleischer[2]) und Matys[3]) klargelegt worden. Wir haben oben gesehen, dass die beiden Tränenröhrchen durch eine selbständige Sprossung gebildet werden, die von dem oberen Ende der vom Ektoderm abgeschnürten Tränenkanalanlage ausgeht. Auch der

[1]) Annotazioni sopra l'Anatomia del negro I. cartilagine delle piega semilunari nell Huomo Bianco etc. Torino 1878. Zit. nach Rauber l. c. und Stieda l. c. u. A.

[2]) l. c.

[3]) l. c.

untere Teil des Tränennasenkanals wird durch eine entsprechende selbständige Sprossung gebildet. Matys hat ein Rekonstruktionsmodell abgebildet, wo sich das untere Ende der Kanalanlage beim Hervorwachsen der Nasenhöhle vorbeigeschoben hat.

Wir verdanken Monesi[1]) eine vor einigen Jahren erschienene ausführliche Arbeit über die fetalen Tränenwege, die sich hauptsächlich mit den späteren Embryonalstadien beschäftigt. Auch Monesi bemerkt, dass die Stelle, wo die beiden Epithelien des Tränenkanals und der Nasenschleimhaut sich mit einander vereinigen, gewöhnlich dem wirklichen Kanalende nicht entspricht, sondern dass die Kanalanlage unterhalb dieser Stelle eine kurze Strecke weiter schräg vorwärts strebt.

Dies Verhalten scheint auch nach meinen Untersuchungen zu beurteilen das gewöhnliche zu sein. An meiner Rekonstruktionsfigur vom 20 mm Embryo (Fig. 1) ist dasselbe sehr deutlich zu sehen. Weiter sieht man hier die verschiedenen seitlichen Sprossungen der Kanalanlage in ähnlicher Weise wie auch an einer Rekonstruktionsfigur von Matys zu sehen ist, nur sind sie bei ihm schon grösser.

Meine Untersuchungen haben in Bezug auf die Entwicklung der Tränenableitungswege nicht viel neues erbracht. Ich kann mich deshalb darauf beschränken, für ein ausführliches Studium dieser Verhältnisse auf die oben genannten Arbeiten hinzuweisen, wo man auch die hauptsächliche diesbezügliche Literatur wiederfindet. Nur einige kurze Bemerkungen mögen hier Platz finden.

Krischewsky[2]) u. A. haben behauptet, dass die Tränenröhrchen primäre Wucherungen des Lidrandepithels sein sollen, die sich sekundär dem Tränensack anschliessen. Der genannte Forscher sah einen Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht

[1]) Die Morphologie der fötalen Tränenwege beim Menschen. Klin. Monatsblätter f. Augenheilk. XLII, Jan. 1904.

[2]) l. c.

darin, dass bei Kolobom des Unterlides der Tränenpunkt nicht am medialen Schenkel des Koloboms, sondern am äusseren Schenkel sich befand. In einem solchen von Pflüger untersuchten Falle endete das Röhrchen blind, in einem anderen, den Gräfe beschrieben hat, mündete es in den Tränensack. Nach Matys[1]) scheint die Epithelleiste, die die erste Anlage des Tränenableitungssystems darstellt, nicht im Fundus der Tränenfurche, sondern etwas lateralwärts hiervon entstehen. Wenn wir das Lidkolobom als eine durch mangelhafte Schliessung entstandene Bildung auffassen, lässt es sich ja sehr gut erklären, dass wir den Tränenpunkt am lateralen Kolobomschenkel finden. Der oben genannte Befund Pflügers kann wohl als durch Zersprengung des Röhrchens (beim späteren Zuwachs dieser Region, bezw. des Kolobom) erklärt werden.

Allerdings wissen wir ja jetzt, dass die Tränenröhrchen als primäre Wucherungen vom späteren Tränensack auswachsen. Wenn wir aber z. B. die Fig. 7 (Embryo von 170 mm) betrachten, so sieht man, dass das kleine vertikale Mündungsstück des Tränenröhrchens sich in auffallender Weise von der horizontalen Partie unterscheidet. Es ist stumpf spindelförmig, noch nur wenig gehöhlt und setzt sich fast senkrecht dem horizontalen Teil an, wo es gerade als zugeschnürt scheint. Man könnte vielleicht laut dem betreffenden Bilde geneigt sein, diese vertikale Partie als einen besonderen Teil des Röhrchens zu betrachten, der vom Epithel des Lidrandes ausgegangen sei und sich mit dem vom Tränensack entsprungenen Teil vereinigt habe. Vor kurzem hat Küsel[2]), — auf einige Fälle von kongenitalen Defekten innerhalb des Gebietes des Tränenröhrchensystems gestützt, wobei die Tränenpunkte selbst intakt waren, — sich für die Ansicht ausgesprochen, dass die Bildung der

[1]) l. c.

[2]) Zur Entwicklungsgeschichte der Tränenröhrchen. Zeitschr. f. Augenheilk. Ergänzungsheft 1906.

Tränenpapille ziemlich unabhängig von derjenigen der Canaliculi vor sich geht und zwar durch Wucherung des Lidrandepithels, wie es die Halbensche Hypothese für die Entstehung des Tränenröhrchenapparates näher auseinandergesetzt hat.

Unser Embryo von 33 mm zeigt uns aber sehr deutlich, dass eine solche Annahme falsch ist. Wir finden hier (vergl. Fig. 2) ein ganz besonders interessantes Entwicklungsstadium des Tränenröhrchensystems des Menschen. Das distale Ende der Tränenröhrchenanlage liegt in nächster Nähe des Epithels des Lidrandes, sozusagen an die Basalzellen ruhend und zwar deutlich im Begriff, sich mit dem Lidrandepithel zu vereinigen, wie wir es beim 7 mm längeren Embryo (Embryo IV) wiederfinden.

Beim Embryo von 40 mm hat die vertikale Partie des Tränenröhrchens sich noch nicht von der horizontalen so scharf abgegrenzt, wie wir es später (schon beim Embryo von 55 mm Sch. St. Länge angedeutet) finden.

Die besondere Gestaltung des vertikalen Teiles des Tränenröhrchens wird wahrscheinlich durch die engeren Raumverhältnisse und die geringere Nachgiebigkeit der Umgebung (Epithel, Corium) hervorgebracht, wodurch diese Partie bei weiterem Zuwachs der Lider in der Entwicklung bezw. Grössenzunahme etwas zurückbleibt.

Nach Ewetzky[1]) erfolgt die Aushöhlung der Tränenröhrchen (durch Zerfall den zentralen Zellen) an ca. 42 mm langen Embryonen, nach Cosmettatos[2]) im 3. Monat. Monesi[3]) fand bei einem $2^1/_2$-monatlichen, Krischewsky[4]) sogar bei

[1]) Zur Entwickelungsgeschichte des Tränennasenganges beim Menschen. v. Graefes Arch. f. Ophthalmologie, XXXIV, 1888

[2]) l. c.

[3]) l. c.

[4]) l. c.

einem 2-monatlichen (?) Embryo die Tränenkanälchen schon mit Lumen versehen. Der Zeitpunkt, wo diese Aushöhlung vor sich geht, scheint etwas variabel zu sein; bei meinem Embryo von 55 mm Sch. St. Länge habe ich die Tränenröhrchen noch ganz massiv gefunden.

An diesem Embryo ist sehr deutlich zu sehen, dass die Aushöhlung der Anlage der Tränenableitungswege dem späteren Tränensack entsprechend beginnt, und zwar kommt diese Aushöhlung durch den Zerfall der zentralen, von der Basalmembran am meisten entfernten epithelialen Zelle zustande.

Noch ein paar Bemerkungen seien mir zum Schluss gestattet. Oben habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass das obere Tränenröhrchen in früheren Stadien viel näher dem inneren Augenwinkel als das untere inseriert. Dieses Verhalten ist auch früher beobachtet worden; v. Ammon[1]) bildet die verschiedene Lage der beiden Tränenpunkte beim 4-monatlichen menschlichen Embryo sehr deutlich ab. Er erwähnt aber im Text hiervon nichts. Kölliker[2]) bemerkt, dass in der vierzehnten Woche das untere Tränenröhrchen länger ist, als das obere. Dasselbe hat Moncsi[3]) wahrgenommen. Man scheint diesem Verhältnis keine besondere Bedeutung beigelegt zu haben. Ausser der oben näher besprochenen Bedeutung hiervon für die Karunkelbildung möchte ich hier noch auf einen anderen Umstand aufmerksam machen.

Überzählige Tränenpunkte werden nach Fleischer[4]) entstehen, wenn das dem Epithel zustrebende Röhrchen sich teilt

[1]) l. c.

[2]) Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere II. Aufl. Leipzig 1880.

[3]) l. c. vergl. auch Küsel l. c.

[4]) l. c.

und mehrere Verbindungen mit dem Epithel eingeht. Schoute[1]) hat über überzählige Tränenpunkte und -röhrchen berichtet. Die betreffenden Bildungen sitzen nach den Angaben des genannten Forschers fast immer nach unten. Auch v. Hippel[2]) bemerkt, dass die überzähligen Punkte und Canaliculi häufiger an den unteren Lidern vorkommen. Dieses Verhalten ist ja sehr leicht verständlich, wenn wir uns der besonderen Anordnung der Tränenröhrchen in früheren Stadien erinnern, nachdem die Verbindung mit dem Lidrandepithel erreicht worden ist. Im Oberlid liegt die Röhrchenanlage dem Lidwinkel so nahe, dass eine überzählige Röhrchensprossung hier verhältnismäſsig weniger Raum finden würde, als nach unten vom inneren Lidwinkel. Auch läuft das untere Röhrchen in der Nähe des Lidrandes eine längere Strecke nach aussen hin als das obere und bietet hierdurch einer überzähligen Sprossung grössere Gelegenheit, den Lidrand aufzusuchen.

Die Neigung zur Sprossenbildung, die wir bei der Anlage Tränenableitungswege gefunden haben (vergl. z. B. Embryo von 130 mm), bezw. die Sprossung von überzähligen Tränenröhrchen oder sekundären Sprossungen auf den echten Tränenröhrchen sind Faktoren, womit wir — neben mangelhaften Abschnürung der Anlage vom Ektoderm — zu rechnen haben, um die kongenitalen Tränenfisteln erklären zu können.

---

1) Canalicyle lacrymal surnumeraire. Arch. d'Opht. 21. 1901.

2) Die Missbildungen und angeborenen Fehler des Auges. Graefe-Saemischs Handb., II. Aufl. Leipzig 1900.

Ergebnisse.

Die Hauptergebnisse meiner Arbeit stelle ich zuletzt in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Lidränder sind schon beim menschlichen Embryo von 33 mm Länge fast völlig verklebt (vergl. Fig. 2) Die epitheliale Verklebung schreitet von den Seiten her gegen die Mitte der Lidspalte fort. Sie umfasst in den späteren Stadien, wie es Schweiger-Seidel richtig beobachtet hat, nicht nur die eigentlichen Lidränder, sondern auch die nächstliegenden Partien der Oberhaut der Lider und breitet sich nasal bezw temporal vom inneren bezw. äusseren Lidwinkel noch eine Strecke weiter fort zwischen den Hautfalten.
2. Die Lösung der Verklebung wird durch die Neigung zu regressiven Veränderungen (Verhornung) der am weitesten von den Basalmembranen entfernten intermediären Zellen vorbereitet. Der Verhornungsprozess breitet sich nicht nur von vorne, bezw. von der Oberhaut der Lider in der Verklebungsplatte aus, sondern auch von den verhornten Wandzellen der der Verklebung unterminierenden Haarkanälchen (der Cilien und der sich auch innerhalb der Verklebung entwickelnden Wollhaaren) und der entsprechenden Hohlräume an den Mündungen der Lidtalgdrüsen; endlich beginnt er auch ganz selbständig an den hintersten Partien der Verklebung, wo zuerst eine tiefe, vom Epithel des Epidermistypus ausgekleidete Einkerbung der vollständige Lösung vorausgeht (vergl. Figg. 11. 12).

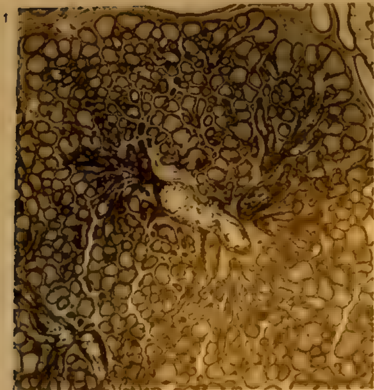
3. Der Vorgang bei der Lösung der epithelialen Verklebung ist bei den blindgeborenen Jungen von der Katze etwa die nämliche wie beim Menschen.

4. Im grossen und ganzen sind die ciliaren Haarkanälchen von derselben Natur wie die Wollhaarkanälchen; den rein mechanischen Momenten, dem Herauswachsen der jungen Wimperhaare, sowie der sekretorischen Tätigkeit der ciliaren Talgdrüsen kommen für die Entstehung der Wimperkanälchen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu (vergl. Figg. 11, 12 und SS. 234—235).

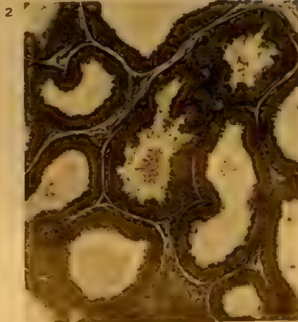
5. Die Cilien werden in derselben Weise angelegt und die weitere Entwicklung geht in der Hauptsache nach denselben Prinzipien vor, wie die der übrigen Körperhaare (vergl. Figg. 4, 5, 10, 11, 12, 14). Die meisten Cilienanlagen (wenn nicht alle) — auch der hintersten Reihe — kommen zur vollen Entwicklung (vergl. SS. 247—248). Die ciliaren Knäueldrüsen (Mollschen Drüsen) entstehen als eine Ausbuchtung der Basalzellen an der Vorderseite der Cilienanlage, unmittelbar vor den Anlagen der ciliaren Talgdrüsen; die junge Anlage stellt eine langgestreckte Epithelsäule dar, perifer aus etwas niedrigeren Zellen bestehend, die ein von ein paar Schichten von rundlichen Epithelzellen ausgefülltes Zentrum umschliessen; die Anlage endet mit einer birnenförmigen Anschwellung aus etwas kleineren, rundlichen epithelialen Zellen bestehend.

6. Die vordere Portion des Lidrandmuskels (Musculus Riolani) wird durch das Hineinwachsen der Cilienwurzeln zwischen den Bündeln der Orbicularismuskulatur, die hintere Portion durch die in die Tiefe dringenden Anlagen der Lidtalgdrüsen von M. orbicularis palp. abgetrennt (vergl. Figg. 11, 12, 14).

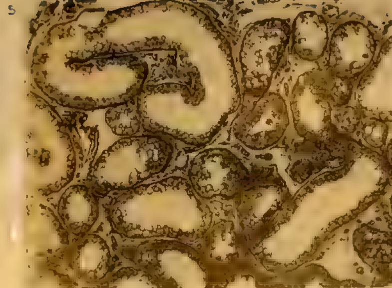
1



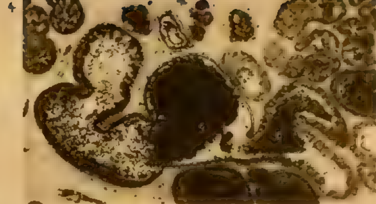
2



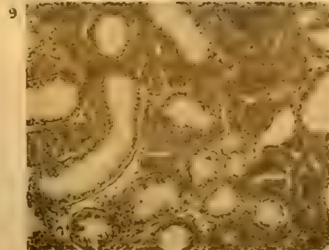
5



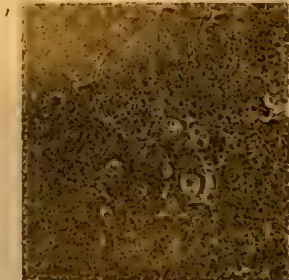
4

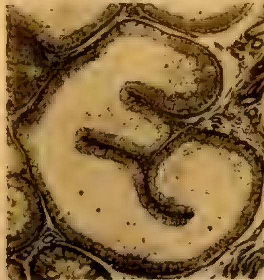


9

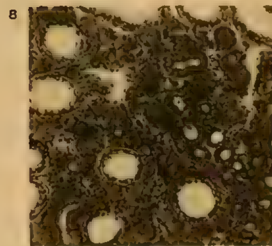


7

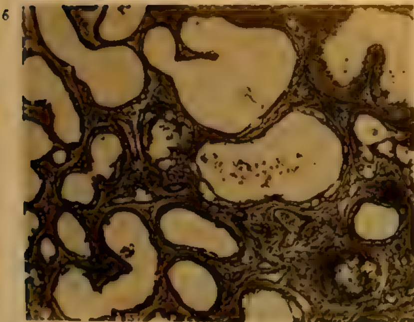




8



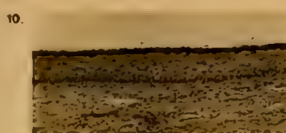
6



11



10.



Brinkmann phot

7. Die Lidtalgdrüsen (Meibomschen Drüsen), die, wie es Königstein richtig beobachtet hat, als Epithelknospen von entsprechendem Aussehen wie die der Cilienanlagen, aus dem Epithel des hintersten Teils der verklebten Lidränder entstehen (vergl. Fig. 6), beginnen, nach dem histologischen Aussehen derselben zu urteilen, in einem verhältnismäfsig frühzeitigen Entwicklungsstadium — und zwar etwa gleichzeitig mit den ciliaren Talgdrüsen — Sekret zu liefen.

8. Die Oberlidtalgdrüsen beginnen erst nach der Mitte des Embryonallebens diejenigen des Unterlides an Länge zu übertreffen (vergl. Figg. 13, 15).

9. Die erste Anlage des Tarsus wird durch die Anhäufung von mesenchymalen Zellen in den hinteren Partien der Lider ziemlich früh angedeutet; erst mit der weiteren Entwicklung der Lidtalgdrüsen bekommt der Tarsus seinen endgültigen Charakter. Die mesenchymalen Zellen der Tarsalanlagen häufen sich während der Entwicklung der Lidtalgdrüsen besonders reichlich um die Zuwachszone der Drüsen an (vergl. Figg. 11, 12).

10. Nasalwärts liegen die die Anlagen der Lidtalgdrüsen des Oberlides darstellenden Epithelkörperchen sehr dicht zusammen (vergl. Fig. 9), was damit zusammenzuhängen scheint, dass die Anlage des oberen Tränenröhrchens zuerst ganz in der Nähe des inneren Lidwinkels inseriert (vergl. Fig. 3) und in seinem weiteren relativ starken Wachstum lateralwärts verschoben wird.

11. Die erste Anlage der Caruncula lacrimalis nimmt beim Menschen ihren Ursprung ganz und gar aus dem Unterlid, und zwar in der Weise, dass die am meisten nasal gelegenen Lidtalgdrüsen- bezw. Cilien-Anlagen durch die von

vornherein verhältnismäfsig weit lateralwärts inserierende untere Tränenröhrchenanlage von den übrigen epithelialen Anlagen des Unterlidrandes abgeschnitten werden (vergl. Figg. 3, 7, 8, 9, 13).

12. Später wird die Karunkel nasalwärts und in die Tiefe disloziert. Die Übergangsfalten des unteren Fornix sind auf den Abdachungen der Karunkel zu verfolgen (vergl. Fig. 16).

13. Nur ausnahmsweise treten Anlagen von ciliaren Knäueldrüsen innerhalb der Tränenkarunkel auf.

14. Als konstante epitheliale Bildungen innerhalb der Karunkel des Embryos bezw. des Neugeborenen habe ich nur (Cilien-) Härchen und Talgdrüsen gefunden.

15. Die Nickhaut, deren Anlage ziemlich bald nach denjenigen der Lider entsteht (vergl. Figg. 1, 2) und zwar ganz unabhängig von der viel später entstehenden Karunkelanlage, stellt während gewissen früheren Stadien des Embryonallebens eine verhältnismäfsig grössere Bildung als während des postembryonalen Lebens dar. Regelmäfsig scheint sich darin die Anlage einer rudimentären Drüse zu entwickeln (vergl. Figg. 7, 16).

16. Das Epithel der Lidränder nimmt an der Bildung der Tränenröhrchen gar keinen aktiven Teil (vergl. Fig. 2).

Lund, im August 1907.

Nachtrag.

Als ich schon diese Arbeit abgeschlossen hatte und dieselbe von der Redaktion der Anatomischen Heften zur Veröffentlichung angenommen worden war, ist aus der Universitäts-Augenklinik zu Palermo (Prof. Cirincione) eine Abhandlung von Contino: „Über Bau und Entwicklung des Lidrandes beim Menschen" in v. Graefes Archiv für Ophtalmologie, Bd. LXVI, Heft 3, publiziert worden.

In dem Hauptteil seiner Arbeit gibt Contino eine ausführliche, wertvolle Darstellung vom anatomischen Bau der Lidränder und deren Organe; besonders hebe ich die Behandlung der Mollschen Drüsen hervor.

Hierzu fügt er auch den Bericht über eine Serie von embryologischen Untersuchungen, welche von mir als so viel interessanter bezeichnet werden müssen, weil hierdurch die Resultate von meinen eigenen diesbezüglichen Untersuchungen in der Hauptsache völlig bestätigt werden. Es sei mir indessen erlaubt, eine kleine Bemerkung zuzufügen.

Ich habe den Befund der älteren Autoren bestätigt, dass die Cilien im vorderen Teil der verklebten Lidränder im allgemeinen früher entstehen und früher die höheren Entwicklungsstadien erreichen, als die mehr nach hinten gelegenen. Dieses wird von Contino in Zweifel gezogen und zwar weil er vielmals weniger entwickelte Anlagen bevor den mehr entwickelten gefunden hat. Ich gebe gern zu, dass die oben genannte Regel freilich nicht ohne Ausnahmen ist; vielleicht hat sich aber auch Contino in gewissen Fällen durch die Anlagen von Wollhaaren täuschen lassen können, von deren Auftreten innerhalb der Verklebung er nichts erwähnt.

(Aus dem normal anat. Institut a. d. Kgl. tierärztlichen u. landwirtschaftlichen Hochschule zu Kopenhagen).

DIE RÜCKENDRÜSE VON DICOTYLES.

VON

AUGUST BRINKMANN,

PROSECTOR ANATOMIAE.

Mit 3 Abbildungen im Text und 2 Doppeltafeln 23/24 u. 25/26.

Bei allen recenten Arten der Gattung Dicotyles findet man eine stark entwickelte Hautdrüse, die durch einen eigentümlichen, zitzenförmigen Ausführungsgang mediodorsal ungefähr über dem hintersten Teil des Os sacrum mündet.

Die Drüse erregte schon im 17. Jahrhundert das Interesse der Anatomen, eigentlich wohl, weil man durch die Reiseberichte damaliger Zeit auf die wunderbaren Erzählungen der südamerikanischen Eingeborenen von dem Tiere aufmerksam geworden war, und schon damals stellte man wiederholentlich Untersuchungen und Spekulationen an über die funktionelle Bedeutung dieses Organs.

So wurde die Ausmündung auf der Rückenseite lange Zeit als Narbe einer Nabelstranginsertion betrachtet[1]), ja Faber[2]) bildet gar das Tier ab mit einer langen Nabelschnur von der Rückenseite herabhängend. Diese Deutung machte jedoch später anderen, ebenso merkwürdigen Deutungen Platz, indem Falcoburgius[2]) die Drüse als Mamma auffasste, während Lerius[2]) und Thevetus[2]) in dem Ausführungsgang die Mündung eines Respirationssystems zu sehen glaubten. Auch Worm (21) (p. 340) berichtet über eine Sektion, die Henrik Fuiren 1637 ausführte; dieser fand eine drüsenartige Substanz in der Rückendrüse und war geneigt, das Organ als Mamma aufzufassen, weil er keine Milchdrüsen unter den Zitzen finden konnte.

[1]) Hiervon der lateinische Name „Dicotyles“, sowie der deutsche „Nabelschwein“.

[2]) Diese Bemerkungen über die ältere Literatur über die Drüse sind Tyson (18) p. 374 f. p. entnommen.

Endlich gelang es Tyson (18), die richtige Erkenntnis des Organs zu ermitteln; er gibt klare Beschreibungen der äusseren Form und Bilder des Organs (p. 372, f. p. Tab. 1, Fig. 3 u. 4) und deutet es als eine den von ihm bei Hund, Katze und Hyäne beobachteten Analdrüsen analoge Duftdrüse.

Nach Tyson besteht die Drüse aus Läppchen; er findet nicht wie in den Analdrüsen einen zentralen Hohlraum »but like the Pancreas or Salivatory glands, it had abundance of sekretory Ductus's; which terminating at last in one, discharged its separated juice by that common orifice in Figure 3 Tab. 1 (op. cit. p. 374)«. Das Sekret wird als »a white, yellowish juice, and some Part of a little darker Colour« (p. 373) beschrieben.

Durch diese Untersuchung war man über den gröberen anatomischen Bau und teilweise über die Funktion aufgeklärt, und es scheint, dass spätere Forscher[1]), meines Erachtens eben mit Ausnahme der letzten Untersuchung von Johs. Müller (14), nichts neues hinzugefügt haben[2]).

Müller beschreibt einen grossen, zentralen Hohlraum — eine Cisterne — in der Drüse[3]); von da aus hat er Ausführungsgänge verfolgen können und gesehen, dass sie sich verästeln, um schliesslich in ganz feine Röhrchen überzugehen, die ein schwammiges Gewebe bilden — das eigentliche Drüsengewebe.

Unsere Kenntnis des histologischen Baues der Drüse und ganz besonders ihrer Sekretion ist, wie man verstehen wird, also eine ziemlich geringfügige, und ich ergriff deshalb, als das Material sich mir in Gestalt eines vor kurzem gestorbenen Tieres darbot, die Gelegenheit, diese Fragen genauer zu untersuchen;

1) Buffon et Daubenton (6), Seifert (15).

2) Später wird die Drüse — ausser in den Handbüchern — nur von Allessandrini (1) erwähnt; er bemerkt aber nichts über den anatomischen Bau.

3) Dass Tyson dieses nicht gesehen hat, liegt zweifellos daran, dass er, was aus seiner Beschreibung hervorgeht, ein sehr junges Individuum untersuchte; bei den jungen Tieren ist nämlich die Cisterne sehr klein.

dieses Material wurde durch freundliches Entgegenkommen von Herrn Prof. Boas mit Drüsen von noch 8 Individuen komplettiert, würde aber zu Sekretionsstudien, die selbstverständlich an lebensfrisch fixiertem Material vorgenommen werden müssen, unzulänglich gewesen sein, wenn nicht der Direktor des hiesigen zoologischen Gartens, Herr Julius Schiött, wieder bei dieser Gelegenheit sein Interesse für anatomische Untersuchungen dargetan hätte, indem er mir ein lebendes Tier überliess; dafür möchte ich gern auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

Nach den Aufklärungen, die ich mir verschaffen konnte, verteilen sich die untersuchten Individuen folgendermassen.

Dicotyles labiatus. Cuv.

1 altes Tier (Geschlecht unbekannt).

Dicotyles tajacu. L.

1 neugeborenes Junges. (Die Nabelschnur noch vorhanden).

3 jüngere Individuen ohne genauere Alters- und Geschlechtsangaben.

1 junges weibliches Tier.

1 altes weibliches Tier.

1 ♀ c. 20 Jahre alt.

1 ♂ c. 5 Jahre alt.

Im Bau der Drüse stimmen beide Formen überein, werden deshalb gemeinsam besprochen.

Die Topographie der Drüse.

Das Organ liegt grösstenteils in der Subcutis und dicht an der Skelettmuskulatur der Beckengegend, nur durch eine lockere Schicht von Bindegewebe davon getrennt; der Hautmuskelschlauch, der auf der Rückenseite eine 2—3 mm dicke Schicht von längslaufenden Bündeln bildet, weicht nämlich, — wie schon Tyson sah — wo die Drüse liegt, aus und lässt hier eine ovale Öffnung frei; es entsteht dadurch ein Raum, worin der unterste Teil der Drüse Platz finden kann; der Hautmuskelschlauch kann also durch seine Dickenzunahme und Verkleinerung von diesem Raum, wenn er sich kontrahiert, einen Druck von unten auf die Drüse ausüben und dadurch zur Entleerung des Sekrets beitragen. Die Form ist länglich oval; die Grösse variiert nach dem Alter des Tieres [1]); ob es aber auch konstante Grössenunterschiede bei den zwei Geschlechtern gibt, kann ich aus meinem Material nicht sicher feststellen, weil die Geschlechts- und Altersangaben bei den meisten untersuchten Individuen fehlen. Ein paar Messungen werden zeigen, dass wir es mit einem Organ von ganz beträchtlicher Grösse zu tun haben.

1, 2 u. 4 sind nach den noch unfixierten Drüsen gemessen; dadurch entstehen sicherlich zum Teil die Grössenunterschiede, die sie den fixierten und lange aufbewahrten Stücken 3 u. 5 gegenüber aufweisen.

---

1) Inwiefern sie ausserdem, wie so viele andere Hautdrüsenaggregate, zu den verschiedenen Jahreszeiten Grössenschwankungen unterworfen ist, kann ich nicht entscheiden; denn eigentümlicherweise stammen alle untersuchten Stücke von Individuen, die zu ungefähr derselben Jahreszeit (in den Wintermonaten) gestorben sind.

	Länge	Breite	Dicke des Drüsenkörpers in mm
Dicotyles tajacu.			
1. ♂ 5 Jahre alt	103	55	18
2. ♀ 20 Jahre alt	80	39	16
3. ♀ alt	57	29	8
4. Ohne Geschlechts- und Altersangaben	60	42	15
5. Ohne Geschlechts- und Altersangaben	30	25	8
Dicotyles labiatus.			
6. Altes Tier	70	50	12

Macht man einen Längsschnitt durch die Drüse, so bemerkt man gleich, dass sich unter der Haut ein zentraler Hohlraum — eine Cisterne — befindet, die von verschiedenartig aussehendem Drüsengewebe umgeben ist. In der Nähe der Cisterne liegt eine kompakte Partie, die von einem grösseren, etwas lockerem Teil umgeben wird, dessen Läppchen durch breitere Bindegewebszüge voneinander getrennt sind (Taf. 25/26, Figg. 2 u. 3). Eine nähere Untersuchung zeigt, dass der innere Teil der Drüsensubstanz von dem äusseren ganz wesensverschieden ist, indem er aus mächtig entwickelten acinösen Drüsen besteht, während der andere aus zahlreichen verästelten tubulösen Drüsen zusammengesetzt ist, die zweifellos von Schweissdrüsen herstammen; diese Drüsen münden durch lange — wenn das letzte Stück gegen die Cisterne hin ausgenommen wird — stark gewundene Ausführungsgänge entweder frei auf der Oberfläche der Cisterne oder, was öfters der Fall ist, in eine der Mündungen der Balgdrüsen (Taf. 25/26, Fig. 5).

Der mikroskopische Bau der Drüse.

Die acinösen Drüsen (Balgdrüsen) weisen, abgesehen von ihrer bedeutenden Grösse, keine besonders bemerkenswerten Eigentümlichkeiten auf; ihr Anteil an der Gesamtgrösse des Organs variiert mit dem Alter des Tieres, und zwar folgendermassen:

Bei dem neugeborenen Individuum sieht man deutlich, wie die einzelnen Drüsenacini sich gruppenweise um die Hauptausführungsgänge lagern, jede Drüse von den anderen durch reichliches Bindegewebe getrennt (Taf. 25/26, Fig. 1); wenn das Tier älter wird, nehmen die acinösen Drüsen an Grösse und Menge zu, bis sie beim erwachsenen Tiere eine fast centimeterdicke Kapsel um die Cisterne bilden (Taf. 25/26, Fig. 2). Hierin liegen nun die Acini ganz dicht aneinander gepresst, bloss durch ein sehr spärliches Bindegewebe voneinander getrennt; nur wo die tubulösen Drüsen Ausführungsgänge zwischen die Balgdrüsengruppen hineinsenden, werden die Bindegewebszüge grösser und bilden zugleich den Weg für die grösseren Gefäss- und Nervenstämme.

Die Ausführungsgänge der Balgdrüsen sind mit einem mehrschichtigen, niedrigen Plattenepithel ausgekleidet, das in der Richtung nach der Cisterne, wo die Gänge sich trichterförmig erweitern, unmerkbar in das cutane Epithel übergeht, womit sie versehen sind. Die Acini sammeln sich, wie gesagt, gruppenweise um die Ausführungsgänge und münden hier unter fast geradem Winkel. Als ein Haarbalg, dessen Haar verloren gegangen ist, ist der Ausführungsgang nicht zu deuten; wie ich später näher besprechen werde, habe ich nämlich Haarrudimente nachweisen können. Hier, wie an vielen anderen Stellen, wo die Balgdrüsen sich stark entwickelt haben, sind die Haare nur als Anhänge des Balgdrüsenausführungsganges zurückgeblieben.

Das Sekret besteht teils aus Fett, teils aus einer stark acidophilen Substanz — die zerfallenen Drüsenzellen —; oft ist das Lumen damit prall gefüllt.

In den Acinis sieht man die Sekretion in gewöhnlicher Weise vor sich gehen, indem die Zellen von der Peripherie aus zentralwärts alle Stadien der Kromatolyse und fettigen Degeneration durchlaufen, um schliesslich in ein ungeformtes Sekret zu zerfallen.

Mit dem zunehmenden Alter des Tieres fangen die Balgdrüsenmassen an zu schwinden, um, wenn das Tier ganz alt wird, stark reduziert zu werden (Taf. 25/26, Fig. 3); zuletzt können sie ganz atrophieren, während gleichzeitig die tubulösen Drüsen sich noch in voller Tätigkeit befinden; als Erzeuger des Moschusgeruches können sie jedenfalls nicht betrachtet werden; denn in einem der beobachteten Fälle war der Geruch sehr intensiv, und das Organ zeigte dennoch nur ein paar stark reduzierte Balgdrüsen.

Den am weitesten gehenden Fall von Reduktion fand ich an einem alten Tiere[1]; hier waren nur die trichterförmigen Mündungen der ganzen Balgdrüsenmasse zu finden; stellenweise konnten kleine, solide Zellhaufen daran nachgewiesen werden, wahrscheinlich die letzten Reste der Acini.

Der tubulöse Teil des Organs zeigt einen viel komplizierteren Bau.

Verfolgt man einen der stark gewundenen Ausführungsgänge, die von der Cisterne durch die acinöse Drüsenmasse führen, so bemerkt man, dass der Gang sich zu wiederholtenmalen teilt, um schliesslich in mehrere Drüsenläppchen zu enden.

[1]) Das Alter des Tieres konnte nur insofern bestimmt werden, als eine Untersuchung des aufbewahrten Skeletts zeigte, dass das Tier sehr gross gewesen war, und es sein Alter durch eine vollständige Verknöcherung aller Epiphysen und eine starke Entwicklung von Muskelkämmen an den Knochen dartat.

Schon bei dem neugeborenen Tier sind diese Läppchen vorhanden (Taf 25/26, Fig. 1), sie vergrössern sich aber bei zunehmendem Alter, sodass man beim erwachsenen Individuum Ausführungsgänge finden kann, die mehrere Centimeter lang sind.

In den Läppchen teilen sich die Gänge weiter und gehen dann in den eigentlichen sezernierenden Drüsenabschnitt über (Taf. 23/24, Fig. 4); die Tubuli sind lang, mehrmals verästelt und stark gewunden, das Schnittbild ist deshalb auch ein sehr buntes; nicht selten findet man aber Stellen, welche die besprochenen Verhältnisse auf das deutlichste zeigen (Taf. 23/24, Fig. 3 u. 4); ausserdem habe ich versucht, die Tubuli zu isolieren; die Textfiguren 1, 2 u. 3 geben Bilder von in dieser Weise hergestellten Gangsystemen; überall sieht man, dass die Röhren sich nicht nur verästeln, sondern auch derart anschwellen können, dass sie

Textfigur 1—3.

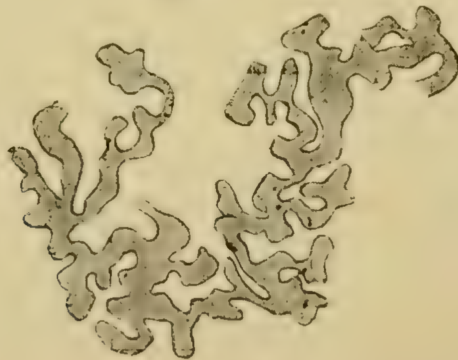


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Tubulöse Gangsysteme mit Salzsäure isoliert nach vorhergehender Alkoholhärtung.

manchmal einen alveolenähnlichen Charakter annehmen; dasselbe Bild erhält man überall in den Schnitten, wo grosse Querschnitte der Tubuli neben kleineren zu finden sind; ich glaube, dass diese Bilder als Kontraktionsphänomene, von den epithelialen Muskelzellen, die die Tubuli umgeben, verursacht, zu deuten sind.

Das Drüsenepithel bietet sehr verschiedenartige Bilder dar, je nach dem Stadium der Sekretion, in dem es sich befindet.

Überall in den Röhren zeigt das Epithel den charakteristischen, zweischichtigen Typus, der sich bei so gut wie allen untersuchten, tubulösen Hautdrüsen findet, besteht also aus einer inneren Schicht Drüsenzellen, die von einer Schicht längslaufender glatter Muskelzellen umgeben ist.

In der Drüse zerstreut findet man Abschnitte in anfangender und in voller Sekretion; gewöhnlicherweise stehen die Tubuli eines jeden Drüsenröhrchens auf ungefähr derselben Sekretionsstufe.

Die Sekretion geht in den Läppchen nicht ganz in derselben Weise von statten; es lassen sich zwei verschiedene Sekretionsvorgänge unterscheiden, deren Anfangsstadien einander gleich sind. Die eine Art ist in den Figuren Taf. 23/24, Fig. 5 u. Taf. 25/26, Fig. 8—10 dargestellt. Wie man sieht, besteht das Epithel aus kubischen bis cylindrischen Zellen mit sehr scharf abgesetzten Zellgrenzen; die Länge schwankt zwischen 17 μ u. 22 μ, die Breite ist ungefähr 8—10 μ. Die Kerne sind rund und besitzen einen bis mehrere Kernkörper; sie liegen im untersten Drittel der Zelle. In dem feinkörnigen Protoplasma bemerkt man, wenn man Präparate, die mit Sublimat- oder Formalingemischen fixiert worden sind, untersucht, das Auftreten von Vakuolen in grösserer oder kleinerer Zahl (Taf. 25/26, Fig. 8); diese Vakuolen können durch ein Zusammenfliessen enorm an Grösse zunehmen, sodass sie die Zelle ganz aufblähen (Taf. 25/26, Fig. 10). Im Laufe der Sekretion ändern sich auch die Kerne,

werden chromatinärmer und nehmen oft eine unregelmässigere Gestalt an (Taf. 25/26, Fig. 10). Präparate, die aus Osmiumgemischen stammen, oder formalinfixierte Gefrierschnitte mit Sudan gefärbt, zeigen nun, dass diese Vacuolen mit Fett gefüllt sind (Taf. 25/26, Fig. 9) — die tubulöse, von Schweissdrüsen herstammende Drüse sezerniert also Fett.

Die eben beschriebene Sekretion findet auch, und vielleicht in noch schönerer Weise, in der anderen Art von Tubulis statt; das Bild wird aber hier komplizierter, weil die Zellen noch dazu eine andere sekretorische Funktion übernommen haben.

Wie die Figuren (Taf. 23/24, Fig. 2 u. 3) zeigen, sind die jetzt zu besprechenden Tubuli schon bei schwacher Vergrösserung von den anderen leicht zu unterscheiden, indem der Querdurchmesser der Tubuli beträchtlich grösser ist (Tubuli ohne Kuppenbildung der Zellen bis 0,15 mm; Tubuli mit Kuppenbildung der Zellen bis 0,5 mm). Auch die Zellen sind grösser, sie können bei einer Breite von 12—14 μ eine Länge von 52—55 μ erreichen. Im Gegensatz zu den erstbesprochenen Drüsenzellen, deren mehr oder weniger fortgeschrittene Sekretionsstufe sich im wesentlichen nur durch die Grösse der eingelagerten Fettropfen kennzeichnet, findet man hier ein — je nach der Sekretionsstufe — sehr wechselndes Bild.

Als Anfang der Sekretion bemerkt man, dass die freie Oberfläche der Zellen zu wachsen beginnt und sich kolbenförmig in das Lumen der Tubuli verlängert (Taf. 25/26, Fig. 11 u. 12), sodass sich von der ursprünglichen Oberfläche — jetzt nur durch die Kittleisten markiert — ziemlich bedeutende Zellkuppen erheben; gleichzeitig füllen die Zellen sich mit kleinen Fettropfen, die hauptsächlich in Längsreihen geordnet sind; gegen die Oberfläche werden diese Reihen weniger prägnant. Querschnittbilder der Zellen zeigen, dass die Tropfen grösstenteils in der Peripherie derselben liegen, sodass sich über dem Kern ein ziemlich fettarmes Protoplasma befindet.

Fig. 1.

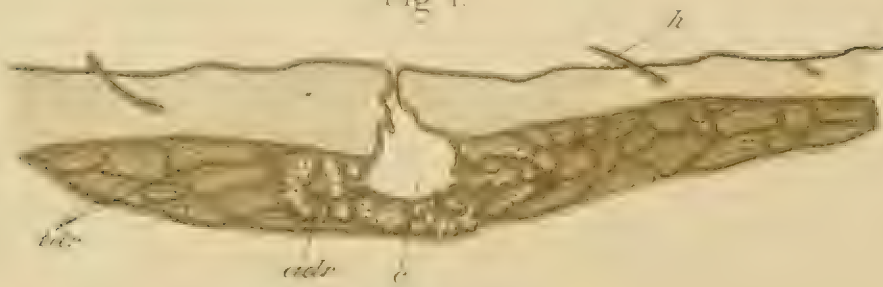


Fig. 2.

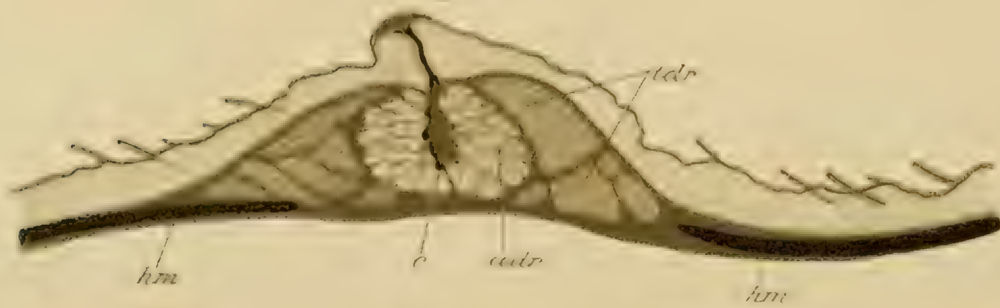


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

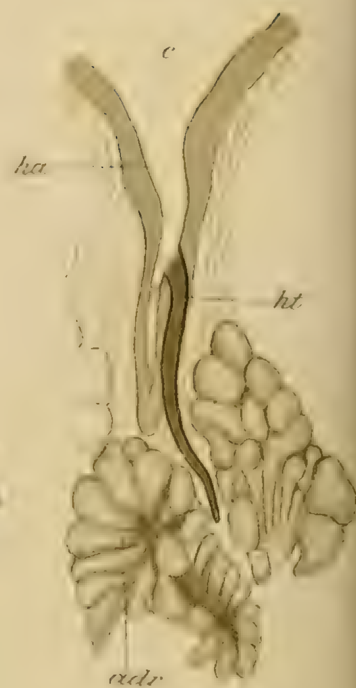


Fig. 20.



Fig. 7.

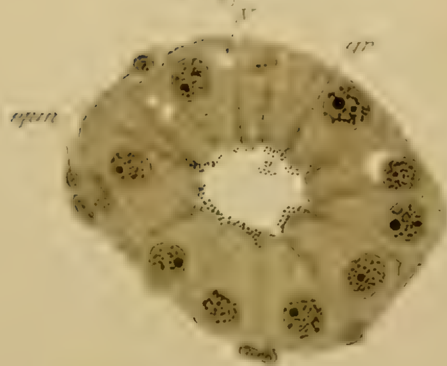
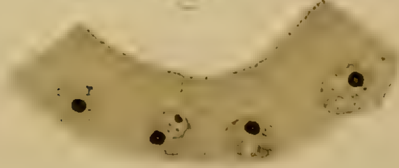


Fig. 6.



del.

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden

Fig. 8.



Fig. 15.



Fig. 17.

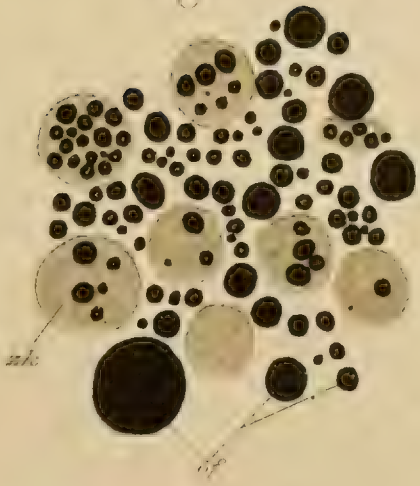


Fig. 9.



Fig. 16.



Fig. 10.



Fig. 12.

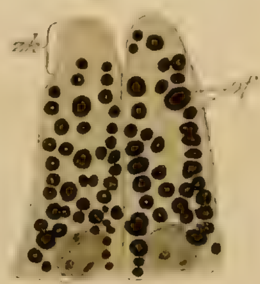


Fig. 21



Fig. 22.



Fig. 11.



Fig. 14.

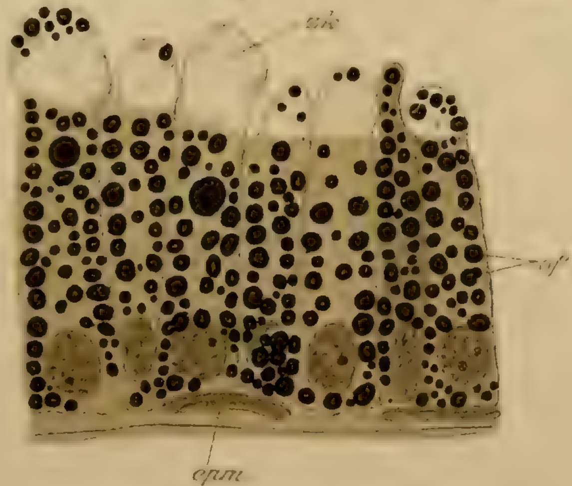


Fig. 13.



Fig. 19.

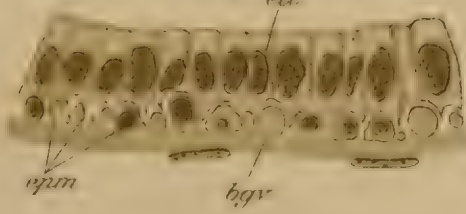


Fig. 18.



Bei fortschreitender Sekretion fangen jetzt die Kuppen an, sich zu vakuolisieren und füllen sich — wie die osmierten Präparate zeigen — nicht mit Fett, sondern mit einer ziemlich eiweissarmen Substanz, die mit den Fixierungsflüssigkeiten nur spärliche Niederschläge erzeugt (Taf. 25/26, Fig. 13 u. 14); die Kuppen werden hierdurch kugelig aufgetrieben und zuletzt abgestossen; das Sekret in den Tubulis besteht deshalb aus diesen Kuppen und aus freigewordenen Fettropfen. Sehr bald verlieren die abgestossenen Zellenden die kugelige Gestalt, die sie nach dem Freiwerden angenommen haben, zerfallen und bilden die plasmahaltigen Elemente des fertigen Sekrets (Taf. 25/26, Fig. 17)[1]).

Ausser denjenigen Fettkugeln, die durch den eben besprochenen Prozess frei werden, entleeren die Zellen nach und nach auch die übrigen und werden zuletzt ziemlich abgeplattet; ob sie jetzt zugrunde gehen oder sich wieder erholen, um einen neuen Sekretioncyclus anzufangen, kann ich nicht sicher ent-

[1]) Ich möchte mir hier ein paar Bemerkungen über die Deutung dieses Sekretionsprozesses erlauben, weil in neuester Zeit die Brouhásche (5) Schilderung ganz ähnlicher Vorgänge bei der Milchdrüsensekretion von Bertkau (3) gänzlich in Zweifel gezogen worden ist.

Bertkau meint, zeigen zu können, dass die Vorwölbungen der Zellen und die damit zusammenhängende „Decapitation“ auf Präparationsfehler zurückzuführen sind, die besonders durch Sublimatgemische oder unvorsichtige Paraffineinbettung hervorgerufen werden können, während man mit der Carnoy-van Gehuchtenschen Fixierungsflüssigkeit und bei nachheriger vorsichtiger Einbettung diese „Trugbilder“ ganz vermeiden kann.

Bei meinen Untersuchungen über die hier besprochene Drüse hat es sich gezeigt, dass sowohl Sublimat und Chromsäure als Formalin, Alkohol und Osmiumgemische genau dieselben Bilder liefern, und zwar liegt es nicht an der Paraffineinbettung, denn ich habe — durch Bertkaus Publikation veranlasst — Gefrierschnitte und Celloidinschnitte der verschieden fixierten Stücke untersucht und auch hier Kuppen gefunden; ich bin deshalb überzeugt, dass die Kuppenbildung mit nachfolgender Decapitation als normaler Vorgang betrachtet werden muss.

scheiden, bin aber geneigt, die Funktion nach vollendeter Sekretion als beendet zu betrachten. Für die Richtigkeit dieser bei der Sekretion der tubulösen Hautdrüsen bis jetzt nur wenig bekannten Erscheinung[1]) zeugen zwei eigentümliche Befunde, die ich jetzt näher besprechen werde.

Wenn man einen Schnitt durch eine frische Drüse, ja oft nur die innere Fläche des Drüsenkörpers betrachtet, fällt es auf, dass sich unter den gelbweissen Läppchen eines oder mehrere finden können, die eine dunkelbraune Farbe besitzen. Die nähere Untersuchung zeigt, dass diese Läppchen aus Tubulis bestehen, deren Epithel entweder ganz verloren gegangen ist oder als abgestossene Zellen haufenweise im Lumen freiliegen; nur ausnahmsweise bekleiden die Zellen die Drüsenwand, und zwar nur als eine ganz niedrige Schicht (Taf. 23/24, Fig. 6). Gleichzeitig bemerkt man, dass an vielen Stellen eine Leukocytenanhäufung stattgefunden hat. Die Leukocyten können verschiedener Art sein; entweder sind sie kleine, runde Zellen, die dem Gewebe ein ganz adenoides Aussehen geben, oder sie sind ziemlich grosse Gebilde und enthalten in ihrem Protoplasma ein feinkörniges, braunes Pigment. Das Pigment tritt auch in den zugrunde gehenden Drüsenzellen auf und wird teils hierdurch, teils durch das Einwandern der Leukocyten in das Lumen der Tubuli gebracht, wo es dem übrigen Sekret beigemengt wird und ihm eine bräunliche Farbe verleiht; gegen Farbstoffe ist es sehr resistent, wird von Osmiumsäure nicht geschwärzt und lässt sich mit Alkohol, Äther, Benzol und Chloroform nicht aus den Schnitten extrahieren, ist also kein Fettpigment; durch die genannten Reaktionen zeigt es eine interessante Übereinstimmung mit den gleichfalls braungefärbten Pigmentkörnern, die Talke (17)

[1]) Bei der Sekretion der grossen Achselhöhlendrüsen des Menschen hat Talke (17) einen Zerfall der Drüsenzellen nach beendeter Sekretion nachgewiesen.

in den Achselhöhlendrüsen des Menschen nachweisen konnte. In dem Sekret, das aus der Cisterne quillt, bemerkt man es als braune Klumpen, wie es schon Tyson beobachtet hat.

Es wären nun so wie so diese Befunde als normale Vorgänge zu deuten, wenn sie nicht erstens in fünf von den untersuchten Drüsen vorkämen, und wenn man zweitens nicht einen Ersatz der verloren gehenden Teile nachweisen könnte — dies ist aber in ausgiebigem Masse der Fall.

Wie Taf. 23/24, Fig. 7 zeigt, sieht man in der Drüse Stellen, wo die Tubuli einen von den übrigen Drüsenabschnitten ganz abweichenden Bau aufweisen; das ganze Gewebe zeigt eine viel kompaktere Struktur, indem es aus Tubulis mit einem oft kaum erkennbaren Lumen besteht; die Drüsenzellen sind kubisch, besitzen ein feingranuliertes Protoplasma und einen sehr chromatinreichen Kern (Taf. 25/26, Fig. 6). Mit den Ausführungsgängen stehen diese Drüsenabschnitte oft in Verbindung, sind zweifellos durch Proliferation davon entstanden, können aber auch, wie ich es in ein paar Fällen beobachten konnte, durch einen eigenen Ausführungsgang in die Cisterne münden; schon am Schnitt durch eine frische oder formalinfixierte Drüse sieht man die genannten Stellen als stark weisse Flecken zwischen den gelben, sezernierenden Tubulis.

Aus diesen Anlagen geht nun der Ersatz verloren gegangener Drüsenabschnitte hervor; man findet oft Stellen, wie sie die Figuren 8 u. 9, Taf. 23/24 zeigen, wo Übergänge zu den sezernierenden Tubulis deutlich erkennbar sind. Ehe die Ausbildung zum sezernierenden Drüsenabschnitt stattfindet, oder vielmehr als eine Einleitung zu dieser Entwicklung bemerkt man, dass die Zellen kleine, stark basophile Granula ausstossen (Taf. 25/26, Fig. 7); die Zellen fangen zu wachsen an und gleichzeitig treten vereinzelte Fettropfen auf. Im Lumen trifft man nicht selten Kristalle verschiedener Form.

Wie die Drüsenzellen sich vermehren, ist aus meinem Material nicht sicher nachzuweisen; nur zweimal habe ich Mitosen gefunden, und zwar in Zellen, die sich in voller Sekretion befanden (Taf. 25/26, Fig. 16).

Die epithelialen Muskelzellen, die die Tubuli als eine einschichtige Längsschicht umgeben, sind stark entwickelt. Weit voneinander entfernt findet man sie an den grössten Tubulis, wo die Anstauung von Sekret das Lumen erweitert hat; an den engeren Röhren liegen sie dicht aneinander gedrängt. Die Zellen sind typische, glatte Muskelzellen, haben eine lange, spindelförmige Gestalt und lassen nach Fixierung mit Flemmingscher Flüssigkeit und Färbung mit Safranin eine feine Längsstreifung erkennen (Taf. 25/26, Fig. 20). In den Drüsenersatzanlagen ist die Muskulatur nur schwach entwickelt, scheint sich aber im Laufe der endlichen Ausbildung schnell zu vergrössern. Die Ausführungsgänge setzen sich von den sezernierenden Tubulis sehr scharf ab, weil die Fettsekretion nur an das Epithel der Tubuli gebunden ist (Taf. 23/24, Fig. 4 u. Taf. 25/26, Fig. 18); anfangs sind die Epithelzellen der Gänge ziemlich niedrige, kubische Gebilde, nehmen aber, sobald die Sammelröhren die Läppchen verlassen, eine zylindrische Form an. Die epithelialen Muskelzellen sind hier besonders stark entwickelt (Taf. 25/26, Fig. 19).

Zwischen den Läppchen und der Balgdrüsenzone erreichen die Ausführungsgänge ihren grössten Durchmesser und bilden förmliche Behälter für das Sekret, indem sie eine Grösse von 0,7 mm im Querschnitt erreichen. Gegen die Cisterne werden sie wieder eng, um schliesslich durch feine Öffnungen in diese zu münden; die Epithelzellen dieses Abschnittes können oft stark pigmentiert sein (Taf. 25/26, Fig. 5).

Die Cisterne, die als eine Epidermiseinstülpung zu betrachten ist, ist demgemäss mit einem cutanen Epithel bekleidet; von dem Epithel der Oberfläche weicht es nur durch das, jedenfalls auf grossen Strecken, gänzliche Fehlen von Papillen ab (Taf. 23/24,

Fig. 10); das Stratum granulosum ist deutlich vorhanden, während das Stratum corneum fast gänzlich fehlt. Die Epithelzellen, die abgestossen werden, sind deshalb ziemlich schwach verhornt und mit stark basophilen Körnern gefüllt. In der Cisterne wird das Sekret den abgestossenen Epithelzellen beigemengt; sie lösen sich aber in der Flüssigkeit ziemlich schnell auf, denn in dem austretenden Sekret sieht man nur ganz spärliche Reste von geformten Zellteilen; es besteht grösstenteils aus Fettkugeln, die in eine feinkörnige Flüssigkeit suspendiert sind.

Durch den zitzenförmigen Ausführungsgang steht die Cisterne in Verbindung mit der Hautoberfläche; beim neugeborenen Tier ist diese zitzenförmige Bildung noch nicht erkennbar, man findet hier nur eine einfache Öffnung für die Drüse (Taf. 25/26, Fig. 1); erst später wird die endliche Form erreicht (Taf. 25/26, Fig. 2 u. 3). Gegen die Cisterne ist der Gang ziemlich breit, verengert sich aber gegen die Mündung sehr schnell. Corium bildet unter dem Epithel im Gegensatz zum Cisternenepithel viele und auffällig lange Papillen (Taf. 23/24, Fig. 11). Gewöhnlich fehlt in diesem Abschnitt der Cisterne jede Spur von Drüsen; nur in einem Falle konnte ich eine den übrigen tubulösen Drüsen des Organs ganz ähnliche Drüse nachweisen, die ausserhalb des gesamten Drüsenkörpers lag und in den Ausführungsgang mündete.

Bei der Untersuchung war ich stets darauf bedacht, ob in der Cisterne Haare oder wenigstens Haaranlagen zu finden seien, was für die Beurteilung des morphologischen Wertes der verschiedenen Organabteilungen nicht ohne Bedeutung wäre; an zwei Tieren ist es mir gelungen, Haarrudimente zu finden. Wie die Figuren 21 u. 22 auf Tafel 25/26 zeigen, sind sie charakteristisch genug, um als solche erkannt zu werden. Mehrere Stadien der Entwickelung lagen vor; das jüngste sieht man auf Taf. 25/26, Fig. 21. Man bemerkt einen soliden Zellenhaufen, ganz wie eine gewöhnliche Haaranlage gebaut; die äusseren zylindrischen

Zellen mit ziemlich langem Kern, die nach Benda (2) und Eggeling (8) im Gegensatz zu den runden oder polygonalen Zellen der Schweiss- und Milchdrüsenanlagen als ein Charakteristicum der Haaranlagen zu betrachten sind, sind deutlich vorhanden. In Fig. 22, Taf. 25/26 findet man ein etwas weiter entwickeltes Haarrudiment; man sicht hier ausser den eben erwähnten Kennzeichen eine Balgdrüsenanlage rechts und in der Mitte deutliche Spuren einer Verhornung; die zwei beschriebenen Anlagen zeigen übrigens eine auffällige Ähnlichkeit mit Gebilden, die Eggeling (9) in der Cisternenwand der Schläfendrüse des Elephanten gefunden hat, welche Drüse auch sonst mit dem hier beschriebenen Organ grosse Übereinstimmungen aufweist. Die Haarrudimente sitzen als Anhänge an den grossen Balgdrüsenausführungsgängen, was auch sonst an Stellen, wo diese Drüsenart auf Kosten des Haares gross geworden ist, der Fall sein kann. In den zwei Drüsen, wo die Haarrudimente überhaupt nachgewiesen wurden, waren sie nur spärlich vorhanden; mit den Balgdrüsen und tubulösen Drüsen zusammengehalten, spielen sie aber eine nicht unwichtige Rolle, weil durch ihr Vorhandensein die Cisterne als eine sichere Cutiseinstülpung gekennzeichnet wird.

Stützgewebe, Nerven und Gefässe der Drüse.

Wie schon mehrmals erwähnt, findet man zwischen den Drüsenläppchen der tubulösen Drüsenzone ziemlich derbe Bindegewebszüge, die die Läppchen voneinander trennen; das Gewebe setzt sich wie gewöhnlich aus fibrillären und elastischen Elementen zusammen und verbreitet sich mit spärlichen Bündeln zwischen den Tubulis der einzelnen Drüsenabschnitte, hier findet man aber so gut wie keine elastischen Fasern. Das bindegewebige Stratum proprium, von dem die Cisterne umgeben wird, variiert sehr nach dem Entwickelungsgrade der Balgdrüsen; ab und zu

findet man hier Anhäufungen von Leukocyten, die in einem Falle so dicht waren, dass sie adenoides Gewebe ganz vortäuschten und Bilder gaben, wie sie Disselhorst (7) in dem entsprechenden Abschnitte des Analdrüsensackes beim Hunde beschrieben hat [1]).

Die Innervation der Drüse habe ich nur in ihren gröberen Zügen verfolgt; die Nerven folgen den derberen Bindegewebszügen wie in jeder anderen Drüse und sind besonders in der Gegend um den Cisternenausführungsgang sehr reichlich vorhanden, ausserdem ist noch zu bemerken, dass ich in zwei Fällen in dem Stratum proprium der Cisterne Pacinische Körper gefunden habe; in dem einen Falle waren sie sogar massenhaft vorhanden.

Von den Gefässen des Organs ist nur als besonders interessant anzuführen, dass die Ausführungswarze mit einem dichten Netz von längslaufenden, cirkulär geordneten, feinen Gefässen versehen ist, sodass sie als (zwar nicht in besonders hohem Grade) irrigierbar zu betrachten ist.

Die Funktion der Drüse.

Wie schon Tyson (18) angenommen hat, muss die Rückendrüse bei Dicotyles in den grossen Formenreichtum von Duftdrüsen, die man besonders bei den Carnivoren und Ungulaten findet, einverleibt werden, und zwar unter die Drüsenformen, die in dem Geschlechtsleben der betreffenden Tiere eine Rolle spielen — übrigens ist wohl anzunehmen, dass alle Hautdrüsen, die Duftstoffe produzieren, eine solche Funktion haben, wenn sie auch, wie z. B. beim Mephitis, nebenbei als Verteidigungsmittel verwendet werden können.

[1]) Disselhorst sieht diese Bildung als normal an und wundert sich, dass Leydig sie nicht gesehen hat; wie ich mich überzeugen konnte, ist sie ebensowenig hier wie in der Rückendrüse von Dicotyles als stets vorkommend zu betrachten.

In der Literatur habe ich nur eine Notiz über die Funktion der Drüse gefunden; in »Das Tierreich« (12) schreibt Heck (p. 773), nachdem er das nach Moschus riechende Sekret besprochen und die Vermutung aufgestellt hat, dass es bei der geschlechtlichen Zuchtwahl eine Rolle spielt: »Diese Vorstellung gewinnt . . . . eine gewisse Wahrscheinlichkeit, wenn man ein Pärchen Pekaris [Nabelschweine] dicht aneinander gedrängt in offenbarem Behagen sich gegenseitig mit den Köpfen die Rückendrüse ausreiben sieht«.

Genau denselben Vorgang haben mir die Wärter des hiesigen zool. Gartens beschrieben, und ferner kann ich folgende supplierende Beobachtungen mitteilen.

Wie zu Anfang erwähnt, erhielt ich zu meinen Untersuchungen ein lebendes Tier. Es war ein erwachsenes Männchen. Ich hielt es einige Tage in einem verschlossenen Käfig, um möglicherweise Sekret für eine chemische Untersuchung zu erhalten. Als das Tier, das schon lange zahm war, sich ein wenig an seine Umgebungen gewöhnt hatte, kehrte es, wenn jemand sich den Sprossen des Käfigs näherte, stets den Rücken zu und schien auf mancherlei Weise den Besucher zum Betasten der Drüse aufzufordern. Diese liegt gewöhnlich unter den langen, dichten, borstenähnlichen Haaren des Rückens versteckt und ist nur durch einen stark öligen Flecken markiert. Mit einer plötzlichen Bewegung, ungefähr wie wenn ein Igel die Stacheln sträubt, hob das Tier die Rückenborsten empor[1]), sodass diese nach oben und etwas seitwärts nach rechts und links von der Mittellinie bewegt wurden und dadurch den grossen, fast haarlosen, fettig strahlenden Drüsenkörper entblössten; gleichzeitig sah ich einen milchartigen, weissen Tropfen auf der Spitze der Papille hervortreten[2]).

[1]) Dies wird teils durch den kräftigen Hautmuskelschlauch, teils durch die ganz ungewöhnlich stark entwickelten Arrectores pillorum ermöglicht, die sich in bis 6 Bündel von den Haarbälgen bis an die Epidermis erstrecken.

[2]) Wie oben bemerkt, wirkt der Hautmuskelschlauch durch seine Kontraktion gleichzeitig mit bei der Entleerung des Sekrets aus der Cisterne.

Bei einem Versuch, aus der Drüse Sekret herauszupressen, trat eine Erektion des Penis ein, was wiederum andeutet, dass die Drüse im Geschlechtsleben eine Rolle spielt. Dass eine Berührung des Organs nicht ohne Bedeutung ist, erhellt aus seiner reichlichen Versehung mit Nerven und dem Auftreten von Pacinischen Körpern.

Allgemeinere Resultate.

Der Beschreibung meiner Befunde möchte ich ein paar vergleichende Bemerkungen anschliessen, da das Organ meiner Anschauung nach kein geringes morphologisches Interesse besitzt.

Die Frage über die Stellung der Milchdrüse zu den übrigen Hautdrüsen hat bekanntlich — von Gegenbaur (11) angebahnt — eine grosse Fülle von Beobachtungen hervorgerufen. Ganz besonders verdanken wir unsere Kenntnisse in dieser Beziehung den Untersuchungen von Benda (2), Eggeling (8) und Bresslau (4), als deren Endresultat der Ursprung der Milchdrüsen aus tubulösen Hautdrüsen als endlich festgestellt betrachtet werden muss. Die Befunde, die zu diesem Resultat führten, waren hauptsächlich vergleichend anatomischer und embryologischer Natur; was dagegen die Sekretionsvorgänge der genannten Drüsen betrifft, so waren bis jetzt nicht genügende Beobachtungen vorhanden, durch die auch in dieser Beziehung die Verwandtschaft zwischen Milch- und Schweissdrüsen hätte nachgewiesen werden können; zwar hat schon Unna (in 19 u. a. Abhdlgen) nachzuweisen versucht, dass die tubulösen Drüsen der Haut neben anderen Bestandteilen auch Fett sezernieren, wenn auch nur in geringem Masse; Benda (2) kommt aber zu dem entgegengesetzten Resultat, indem er den Schweissdrüsen jede Fähigkeit, Fett zu sezernieren, abspricht und dies als eine ausschliessliche Eigentümlichkeit der Milchdrüsen innerhalb der Gruppe der tubulösen Hautdrüsen be

trachtet. Später sind die Unnaschen Beobachtungen jedoch bestätigt worden, so von Ledermann (13), der in den Schweissdrüsen der Katzenpfote Fett nachwies, von Talke (17), der in den Achselhöhlendrüsen des Menschen denselben Befund machte, und von Stoss (16), nach dem die Schweissdrüsen des Pferdes fetthaltig sind.

Überall wurde das Fett in ganz minimalen Mengen nachgewiesen, sodass man bis jetzt nur in einem Falle ein von tubulösen Hautdrüsen herstammendes Sekret kennt, das als einigermassen für die Ernährung der Jungen brauchbar mit der Milch zu vergleichen wäre[1]; es war deshalb auch ganz natürlich, dass Gegenbaur (11) auch hierauf ein gewisses Gewicht legte, als er die Milchdrüsen der Placentalier als aus acinösen Hautdrüsen entstanden erklärte, denn wenn man die Milchdrüsen nicht als ein Gebilde sui generis auffassen will, sondern ihr Entstehen aus schon vorhandenen Hautdrüsen als einzige Möglichkeit betrachtet, so liegt es sehr nahe, wenn man das Charakteristicum der Milchsekretion, das Fett, ins Auge fasst, auch aus diesem Grunde unter den Hautdrüsen die Milch- und Balgdrüsen als die nächsten Verwandten zu suchen. Wie durch die neuen vergleichend anatomischen und embryologischen Beobachtungen über die hier besprochenen Verwandtschaftsverhältnisse Licht verbreitet wurde, so ist jetzt auch durch das Auffinden einer stark fettsezernierenden, tubulösen Drüse, deren Sekretion mit den Sekretionsvorgängen der Milchdrüse so auffällig viele Übereinstimmungen zeigt, die nahe Verwandtschaft der Milchdrüsen mit den übrigen tubulösen Hautdrüsen enger geknüpft worden.

[1]) Ich denke hier an das bei Cephalolophus pygmaus vorkommende eiweisshaltige Hautsekret, das von Weber (20) beschrieben wird.

Literatur-Verzeichnis.

Die mit einem Stern bezeichneten Arbeiten waren mir leider nicht zugänglich, sind deshalb nur aus ref. Zeitschriften, sowie Schwalbes Jahresbericht oder aus den Eggelingschen Arbeiten referiert worden.

1. Allessandrini, A. Sunto di osservazioni spettanti all' anatomia del Pecari Dicotiles torquatus Cuv. Sus tajassu Linné. Memorie della Acad. d. Sc. d. Instituto d. Bologna. Tome VIII, 1857.

2.* Benda. Das Verhältnis der Milchdrüse zu den Hautdrüsen. Dermatologische Zeitschrift, 1893.

3. Bertkau, F. Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Milchdrüse. Anat. Anz., Vol. 30.

4. Bresslau, E. Beiträge zur Entwicklung der Mammarorgane bei den Beuteltieren. Zeitschr. f. Morph., Antrop. Stuttgart, Vol. 4, 1902.

5. Brouha. Recherches sur les diverses phases du developpement et de l'activité de la mamelle. Arch. de Biologie, Tome 21, 1904.

6. Buffon et Daubenton. Histoire naturelle. Vol. 10, 1768.

7. Disselhorst, R. Ausführapparat und Anhangsdrüsen der männlichen Geschlechtsorgane in A. Oppel: Lehrbuch der vergl. mikr. Anat. der Wirbeltiere, Vol. 4, 1904.

8. Eggeling, H. Über die Stellung der Milchdrüsen zu den übrigen Hautdrüsen. Mitt. I—III. Denkschr. d. med. naturw. Gesellsch. zu Jena, 7. Bd., 1899—1905.

9. Derselbe. Über die Schläfendrüse des Elephanten. Biol. Zentralblatt, Vol. 21, 1901.

10. Derselbe. Über ein wichtiges Stadium in der Entwickelung der menschlichen Milchdrüse. Anat. Anz., Vol. 24, 1904.

11. Gegenbaur, C. Zur Kenntnis der Mammarorgane der Monotremen. Leipzig 1886.

12. Heck. Das Tierreich. Vol. II. Neudamm 1897.

13. Ledermann, R. Über die Fettsekretion der Schweissdrüsen an den Hinterpfoten der Katze. Arch. f. Dermatologie, 58. Bd.

14. Müller, J. De glandularum secernentium structura penitiore earumque prima formatione in homine atque animalibus. Lipsiae 1830.

15.* Seifert, P. Spicilegia adenologica. Diss., Berlin 1823.

16. Stoss. Die äussere Bedeckung (Integumentum commune) mit Einschluss des Epithelgewebes. In Ellenberger: Handbuch d. vergl. mikr. Anat. d. Haussäugetiere, I. Bd. Berlin 1906.

17. Talke, L. Über die grossen Drüsen der Achselhöhlenhaut des Menschen. Arch. f. mikr. Anat., Vol. 61.

18. Tyson, E. Tajacu, seu Aper Mexicanus Moschiferus, or the Anatomy of the Mexico Musk-Hog. Philosophical Transactions, Vol. XIII, 1683.

19.* Unna. Die Fettfunktion der Knäueldrüsen und die Durchsetzung der Haut mit Fett. Deutsche Med.-Ztg. Nr. 43, 1898.

20. Weber, M. Über neue Hautsekrete bei Säugetieren. Arch. f. mikr. Anat., Vol. XXXI, 1888.

21. Worm, O. Museum Wormianum. Lugd. Batav. 1655.

Tafel-Erklärung.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

adr. = acinöse Drüse (Balgdrüse).
ba. = Balgdrüsenanlage.
bgw. = Bindegewebe.
c. = Cisterne.
drep. = Drüsenepithel
ea. = Epithel eines Ausführungsganges einer tubulösen Drüse.
epm. = epitheliale Muskelzelle.
gr. = Granula.
h. = Haar.
ha. = Hauptausführungsgang einer Balgdrüse.
hm. = Hautmuskelschlauch.
ht. = Hauptausführungsgang einer tubulösen Drüse.
l. = Drüsenläppchen.
of. = osmiertes Fett.
tdr. = tubulöse Drüse.
V. = Vacuole.
z. = Zylinderzellenschicht der Haaranlage.
zk. = Zellkuppe.

Tafel 23/24.

(Die Mikrophotographien sind mit dem Zeissschen mikrophotographischen Apparat aufgenommen; bei allen Aufnahmen ist das Hansensche Gelbgrüntrockenfilter verwendet worden.)

Fig. 1. Teil der Balgdrüsenzone. In der Mitte des Bildes sieht man einen Hauptausführungsgang der Drüsen und bemerkt, wie diese darin ausmünden. In der rechten Seite des Bildes liegen ein paar Ausführungsgänge der tubulösen Drüsen. Vergr. 15/1.

Fig. 2 u 3. Schnitte durch Tubuli der kuppenbildende Teil der tubulösen Drüse. Vergr. 70/1.

Fig. 4. Wie 2 u. 3, aber mit Flemmingscher Flüssigkeit fixiert, sodass das Fett in den Drüsenzellen erhalten geblieben ist. Man sieht, wie ein kleiner Ausführungsgang in der Mitte des Bildes nach rechts und links in zwei Tubuli übergeht, und wie der rechte von ihnen sich wieder teilt. (Die Teilung der Tubuli ist auch in Fig. 3 sichtbar.) Vergr. 70/1.

Fig. 5. Schnitt durch den Teil der tubulösen Drüsen, wo keine Kuppenbildung stattfindet. Vergr. 70/1.

Fig. 6. Teil eines Drüsenläppchens, wo die Drüsenzellen nach beendeter Sekretion einen Degeneration unterliegen, teilweise schon im Lumen freiliegen. Vergr. 70/1.

Fig. 7. Schnitt durch einen Teil der Ersatzanlagen der tubulösen Drüsen. In den grösseren Luminen bemerkt man verschiedene Anhäufungen von Eiweiss- und Fettkristallen. Vergr. 70/1.

Fig. 8 u. 9. Die Bilder zeigen Stellen, wo die Ersatzdrüsen im Begriff sind, sich in sezernierende tubulöse Drüsen umzuwandeln. Vergr. 70/1.

Fig. 10. Epithel der Cisterne. Vergr. 70/1.

Fig. 11. Epithel aus dem Cisternenausführungsgang mit hohen Papillen. Vergr. 70/1.

Tafel 25/26.

(Die Konturen aller Figuren sind mittels des Abbéschen Zeichenapparats hergestellt worden.)

Fig. 1—3. Mediane Längenschnitte der Drüse. 1, neugeborenes Tier. Vergr. 5/1. (Das Bild aus 3 Schnitten kombiniert.) 2, erwachsenes Tier (mit leerer Cisterne). Vergr. c. 1,5/1. 3, altes Tier (die Cisterne war ziemlich stark gedehnt). Vergr. c. 1/1.

Fig. 4. Schnitt durch ein Stück der Cisternenwand (links) mit den angrenzenden Drüsenabschnitten. Das Präparat stammt aus einem älteren Tiere, wo die Balgdrüsen ziemlich reduziert waren; somit tritt der Ausführungsgang des tubulösen Drüsenläppchens deutlicher hervor. Man bemerkt den stark geschlängelten Ausführungsgang, der hier übrigens nicht so grosse Anschwellungen aufweist wie gewöhnlich. Vergr. 20/1.

Fig. 5. Schnitt durch eine Mündung einer Balgdrüse. Rechts öffnet sich ein (hier) pigmentierter Ausführungsgang der tubulösen Drüsen. Vergr. 15/1.

Fig. 6. Teil eines Drüsentubulus aus der Ersatzanlage. Vergr. 700/1.

Fig. 7. Wie Fig. 6; nur haben die Zellen sich durch Wachsen und Ausscheiden von feinen acidophilen Körnern zur Sekretion vorbereitet Vergr. 650/1.

Fig. 8—16. Sekretionsstadien der tubulösen Drüsen.

Fig. 8—10. Drüsenzellen aus Tubulis, wo die Kuppenbildung nicht vorhanden ist. 8, Zellen mit Vacuolen. 9, dasselbe Sekretionsstadium wie in Fig. 8, nur ist das Fett der Vacuolen in den Zellen als osmierte Tropfen erhalten. 10, ein weiteres Sekretionsstadium; die Vacuolen haben sich durch Zusammenschmelzen bedeutend vergrössert, die Kerne haben die frühere abgerundete Form verloren und sind unregelmässig geschrumpft. Vergr. 700/1.

Fig. 11—16. Zellen aus Tubulis mit Kuppenbildung. 11 u. 12. Anfang der Kuppenbildung. In den Kuppen finden sich nur noch Sekretionselemente in Form von kleinen Fettropfen. In Fig. 12 sind diese osmiert. Fig. 11, Vergr. 700/1. Fig. 12, Vergr. 675/1. 13 u. 14 zeigen vollentwickelte Kuppen mit eingetretener Bildung von nicht fetthaltigen Vacuolen; in Fig. 14 ist das Fett osmiert. Fig. 13, Vergr. 700/1; Fig. 14, Vergr. 750/1. 15, Zellen, deren Kuppen grösstenteils abgestossen sind; Vergr. 700/1. 16, Mitose einer Drüsenzelle; Vergr. 700/1.

Fig. 17. Sekret aus einem Drüsentubulus; man bemerkt die freigewordenen Kuppen, rechts ist einer im Zerfallen begriffen. Vergr. 700/1.

Fig. 18. Übergang des Drüsenepithels in das Epithel eines Ausführungsganges. Vergr. 180/1.

Fig. 19. Epithel eines Hauptausführungsganges der tubulösen Drüsen. Die epithelialen Muskelzellen sind schwach geschrumpft. Vergr. 600/1.

Fig. 20. Tangentieller Schnitt eines Tubulus; man bemerkt die stark entwickelten epithelialen Muskelfasern. Vergr. 700/1.

Fig. 21 u. 22. Zwei Stadien der Haaranlagen in der Cisternenwand.

Kopenhagen, September 1907.

Aus dem anatomischen Institut in Uppsala.

ANATOMISCHE UND EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

LAMELLÖSEN NERVENENDKÖRPERCHEN

IM

PERITONEUM PARIETALE DES MENSCHEN.

VON

Prof. Dr. M. RAMSTRÖM,

UPPSALA.

Mit den Tafeln 27/32 und 6 Figuren im Text

Früher habe ich in dieser Zeitschrift (I. Abt., Heft 89) den Ursprung der Peritonealnerven, sowie ihren Verlauf und ihre Verzweigung im parietalen Peritoneum beschrieben. Und betreffs ihrer Endigungen hat sich ergeben, dass ausser den Nerven, die an den Gefässen oder in subendothelialen Netzgebilden endigen, es auch andere gibt, die ganz eigentümliche Endigungsweisen zeigen. Einige von diesen Endigungsgebilden sind den Endbulben von Krause sehr ähnlich, andere ähneln mehreren anderen lamellösen Nervenendkörperchen, vor allem den Vater-Pacinischen Körperchen. Mit diesen Körperchen konnte ich mich jedoch in jener früheren Arbeit nur beschäftigen, insoweit sie als Endigungsarten der Peritonealnerven eine Berücksichtigung erheischten. Später habe ich sie einer eingehenderen Prüfung unterworfen und will jetzt die bisher erreichten Resultate mitteilen.

Das Material, das ich für diese Untersuchungen benutzt habe, ist die vordere Bauchwand von ausgetragenen Kindern. Vor den Untersuchungen sind die Präparate einer sorgfältigen Vorbehandlung unterworfen worden, entweder durch die Mazerationsflüssigkeit, womit Sihler seine Muskelpräparate für die Färbung der Nervenendigungen im Muskel vorbehandelte, oder aber nach der vitalen Methylenblau-Färbungsmethode; darauf sind sie durch Glyzerin aufgehellt worden. Das Nähere betreffs der Details der Behandlungen findet man in meinen »Untersuchungen über die Innervation des Peritoneum«, Anat. Hefte, I. Abt., Heft 89, was die Sihler-Präparate anbelangt S. 365—366 und S. 403—413, und was die Methylenblau-Präparate anbelangt S. 368—371.

Die Untersuchung geschah bei den Mazerationspräparaten durch Präparation unter Wasser und bei Lupenvergrösserung, und darauf wurden die hierbei angetroffenen Nervenendkörperchen unter dem Mikroskope genauer studiert. Was die Methylenblaupräparate betrifft, so wurden sie, in Glasrahmen eingespannt und auf eine grössere Glasscheibe gelegt, direkt unter dem Mikroskop studiert.

Die Zeichnungen von den Nervenendkörperchen sind hergestellt teils bei Benutzung von Hartnacks Mikroskop Obj. 4 und Okul. 4, teils bei Zeiss', Obj. C und Okul. 1 oder Zeiss' 16,0 mm Apert. 0,30 und Okul. 4 oder 8, immer mit Hilfe eines Abbéschen Zeichenapparates. Die Vergrösserung demnach 60—150fach. Siehe im übrigen die Erklärungen zu den Abbildungen.

Anatomische Untersuchung.

Wenn man zunächst die genaueren Einzelheiten der *Topographie* der peritonealen Nervenendkörperchen in Betracht nimmt, so ergeben sich viele bemerkenswerte Befunde, sowohl betreffs der Nerven, denen die Endkörperchen aufsitzen, wie auch betreffs der Lage und der Verteilung der Körperchen.

Aus den vorerwähnten Untersuchungen geht hervor, dass die für das Peritoneum bestimmten Nerven teils durch die Muskulatur, teils durch die Aponeurose des M. transversus, vor allem an der Linea semilunaris Spigeli ins Peritoneum eintreten. Jene Nerven sind klein und dringen nach einem kurzen Verlauf durch die subserösen Gewebe zur oberflächlichen Schicht des Peritoneums herauf. Diese aber sind meistens gröber und in grösseren Gruppen vereinigt und zeigen einen beträchtlich

weiteren Verlauf in der Subserosa, worin sie bald sich auflösen, bald ausgiebige Verbindungen mit einander eingehen, wodurch weitausgedehnte Netz- und Schlingenbildungen zu stande kommen. Von diesem tiefer gelegenen subserösen Plexus spalten sich Nervenäste ab und ziehen gegen die Peritonealoberfläche herauf, im grossen und ganzen zwei Reihen bildend, die in kranial-kaudaler Richtung verlaufen und zwar eine hinter dem lateralen, eine andere hinter dem medialen Teile des M. rectus. Wie diese Nervenäste nachher sich weiter verzweigen und dicht unter dem Peritonealendothel mit angrenzenden Nervenzweigen sich verbinden, ist schon in meinen früheren Arbeiten geschildert worden (siehe z. B. Anat. Hefte, I. Abt., Heft 89, S. 351—443 mit den dazu gehörigen Tafeln, vor allem Taf. 40/41, 42/43 und 44/45). Gegenwärtig will ich nur die Aufmerksamkeit auf diesen tiefer gelegenen subserösen Nervenplexus hinlenken, sowie auch auf die Stellen, wo die oberflächlichen Peritonealnerven von diesem Plexus sich abspalten. Denn gerade an Nervenfasern, die aus diesem tieferen Nervenplexus entspringen und vor allem in der Gegend dieser Ursprungsstellen, sind die betreffenden Lamellenkörperchen anzutreffen. — Was ich hier über die Lage der Nervenendkörperchen geäussert habe, gilt, wie gesagt, von der Gegend hinter dem M. rectus. Dass solche Körperchen auch in den lateralen Partien des Peritoneum parietale zu finden sind, mag sehr möglich sein. Darüber will ich aber vorläufig mich nicht auslassen. Ich habe nämlich in diesen Gegenden dergleichen nicht gesehen, muss jedoch hinzufügen, dass ich die lateralen Regionen der Bauchwund nicht so genau wie die medialen durchmustert habe. Die Gegend hinter dem M. rectus aber, wie auch am Rande dieses Muskels habe ich so gründlich mehrmals untersucht, dass ich mit ziemlicher Bestimmtheit sagen kann, dass die Nervenendkörperchen dieser Gegend gerade so gelegen und so verteilt waren, wie es die Zeichnung von der betreffenden Bauchwandpartie zeigt, die

während der Arbeit ausgeführt worden ist. Ein Teil, das mittlere Drittel, dieser Zeichnung ist als Tafel 42/43 in Anat. Hefte, I. Abt., Heft 89 reproduziert worden und verweise ich darauf.

Es sind also Nervenfasern, welche vom tiefer gelegenen subserösen Nervenplexus sich abgespaltet haben, denen die lamellösen Nervenendkörperchen aufsitzen. So konstant findet man dies Verhalten, dass selbst die Nervenendkörperchen, die dicht unter dem Peritonealendothel gelegen sind, von dieser Regel keine Ausnahme machen. Denn wenn man nachsieht, findet man, dass auch diese Körperchen zu Nervenfasern gehören, welche direkt aus dem subserösen Nervenplexus ihren Ursprung nehmen. Von dieser Regel kann man ein sehr zutreffendes Beispiel auf Tafel 42/43 op. cit. finden. Im unteren Teil dieser Tafel ist eine Gruppe von Nervenendkörperchen (1, 2, 3, 4, 5) abgebildet, die dicht unter dem Peritonealendothel gelegen ist; wenn man die Nervenfasern, denen die Körperchen aufsitzen, zentralwärts verfolgen will, muss man die Einstellung des Mikroskopes ganz erheblich abändern, um den Nervenstamm beobachten zu können, aus dem die Nervenfasern entsprungen sind. Denn dieser Nervenstamm ist so tief unter dem Niveau der Nervenendkörperchen gelegen, dass er nur bei starker Senkung des Tubus sichtbar wird.

Die Nervenfasern, welche mit Nervenendkörperchen versehen sind, zeigen meistenteils ein verhältnismäfsig gröberes Kaliber und eine Markscheide, deren Schnürringe ziemlich weit von einander entfernt sind. Infolgedessen lassen sie sich oft, noch in den Plexusstämmen verlaufend, durch ihr Aussehen von den übrigen markhaltigen Fasern des Stammes leicht unterscheiden. Auch Dogiel hat dieses Verhalten bemerkt (siehe Arch. f. mikr. Anat., Bd. 59, Heft 1, S. 6). Sehr deutlich lässt sich dies in den Präparaten beobachten, die nach der vitalen

Methylenblau-Färbungsmethode behandelt sind und die nachstehende Tafel 31 gibt davon ein sehr schönes Beispiel wieder: nämlich eine Nervenfaser, die eine ganze kleine Gruppe von Nervenendkörperchen trägt. Hier kann man die betreffende Nervenfaser im Plexusstamm eine weite Strecke zentralwärts mit der grössten Leichtigkeit verfolgen und zwar Dank den verhältnismäfsig groben, stark gefärbten und infolgedessen scharf hervortretenden Ranvierschen Einschnürungen. Eine Andeutung ist auch in der nachstehenden Tafel 27/28 zu sehen, die eine Nervenfaser mit drei Terminalkörperchen (h, i, k) wiedergibt. Auch hier kann man sehen, wie die betreffende Faser durch ihre groben und stark gefärbten Schnürringe gegen die übrigen Fasern sich abhebt.

Ferner ist zu bemerken, dass die Nervenfasern, die in solchen lamellösen Terminalkörperchen enden, immer verhältnismäfsig kurz sind. Die übrigen aus demselben Stamm entspringenden Nervenäste können sehr weit ausgezogen und wiederholt verzweigt sein, die Zweige aber, welche Nervenendkörperchen tragen, sind immer bemerkenswert kurz, ja oft so kurz, dass die Körperchen dicht an den Nervenstamm gedrängt liegen, aus welchem ihr Nervenzweig entsprungen ist. Dies sieht man am besten bei genauer Prüfung der grossen Übersichtstafel, op. cit. Tafel 42/43; auch ist es in den nachstehenden Spezialfiguren (vor allem von den Körperchen a, b, g, l, ä^1, ä^2) sehr deutlich zu sehen.

Es ist ferner ein charakteristischer Zug bei den Nervenzweigen, die mit lamellösen Körperchen enden, dass sie meistens rekurrent sind. Im vorliegenden Präparat hatten nicht minder als drei Viertel von diesen Nervenzweigen eine entschieden rekurrente Richtung eingeschlagen; die übrigen zeigten eine grosse Menge verschiedener Richtungen ihres Verlaufes.

Obwohl verhältnismäfsig kurz, sind diese Nerven oft

wiederholt geteilt; und da jeder Zweig ein Endkörperchen trägt, kommen dadurch kleine Gruppen von 2, 3, ja sogar 5 Nervenendkörperchen zu stande. Beispiele von Zweiteilungen und Doppelgruppen liefern e^1—e^2 und y—z, α^1—α^2, δ^1—δ^2. von Dreidoppelgruppen h—i—k, r—s—t, von Fünfdoppelgruppen 1—2—3—4—5 auf der Tafel 42/43, Anatom. Hefte, l. c.

Obgleich die Nervenzweige, denen die lamellösen Körperchen aufsitzen, stets aus dem subserösen Nervenplexus entspringen, sind die Körperchen sehr verschieden tief gelegen; bald sind sie dicht an die Aponeurose des M. transv. angepresst, bald sind sie mehr oder weniger weit davon entfernt und werden zuweilen sogar dicht unter dem Peritonealendothel angetroffen (s. Dogiel, Op. cit.). Als Beispiele des ersteren Verhaltens mag auf die Nervenendkörperchen f, g, h, i, k, l, als Beispiele des letzteren auf α^1, α^2, δ^1, δ^2 u. a. m. in den nachstehenden Tafeln verwiesen werden.

Auch keine konstante Richtung oder Stellung, sei es im Verhältnis zu der Aponeurose des M. transv. oder zu der Peritonealoberfläche zeigen diese Nervenendkörperchen. So z. B. ist die Längsachse der Körperchen h und i der Faserung der Transversusaponeurose parallel, diejenige der Körperchen k und l aber schräg zu ihr eingestellt; alle diese vier haben es aber gemeinsam, dass sie mit ihrer Längsachse zu der Peritonealoberfläche (oder zur Oberfläche der Transversusaponeurose) parallel liegen. Wenn wir aber die in nächster Nähe liegenden Körperchen f und g ansehen, finden wir, dass ihre Längsachse zur Peritonealoberfläche (oder zur Oberfläche der Transversusaponeurose) rechtwinklig eingestellt ist. Und zwischen diesen Lagen gibt es alle möglichen Zwischenstufen.

In einer anderen Beziehung aber herrscht zwischen den Körperchen eine grössere Übereinstimmung, und zwar betreffs

ihrer Verteilung und Anordnung in der Bauchwand. Wie oben gesagt, spalten sich die Peritonealnerven vom subserösen Plexus ab und dringen nach der Serosafläche herauf, meistens in zwei Abteilungen geordnet, einer hinter dem lateralen und einer hinter dem medialen Teil des M. rectus. Die Durchtrittsstellen der Peritonealnerven machen mithin im grossen und ganzen zwei Reihen aus, die in kranial-kaudaler Richtung verlaufen, etwa so wie sich die durch den M. rectus hervordringenden Rami cutanei anteriores verhalten. Nun stellt es sich heraus, dass die lamellösen Nervenendkörperchen gerade an den Stellen gewöhnlich sich vorfinden, wo die Peritonealnerven vom Plexus sich abspalten und ins Peritoneum eintreten. Und da die Eintrittsstellen eine laterale und eine mediale Reihe hinter dem M. rectus bilden, so folgt daraus, dass auch die Nervenendkörperchen auf dieselbe Weise sich verhalten. Selbstverständlich können die Körperchen jeder Reihe bei weitem nicht eine kontinuierliche Kette bilden; sie sind aber in Gruppen gesammelt, die mehr oder weniger weit von einander entfernt sind. Wenn man diese Gruppen etwas genauer ansieht, so findet man, dass die Gruppen der lateralen Reihe und die der medialen paarweise auf ziemlich gleicher Höhe liegen, d. h. in Feldern, die gleich wie die Inscriptiones tendineae des M. rectus quer über die Bauchwand bandförmig sich hinziehen. Die Tafel 42/43 in Anat. Hefte, Bd. 29, H. 89 gibt eine Übersicht von der Innervation des Peritoneums der vorderen Bauchwand, insbesondere von der Verzweigung der Peritonealnerven 9, 10, 11 und zum Teil des 12. Dorsalnerven. Bei genauerer Prüfung dieser Tafel sieht man, dass jeder dieser Nerven in der Subserosa eine plexusförmige Gruppe von ungleich grossen Nerven bildet, die medialwärts gegen die Mittellinie der Bauchwand gerichtet sind und sowohl hinter dem lateralen als dem medialen Teil des M. rectus eine grosse Menge von Zweigen abgeben, die gegen die oberflächliche Schicht des

Peritoneums hinauf abbiegen. Viele dieser Zweige erreichen eine beträchtliche Länge, ehe sie dicht unter dem Peritonealendothel in ihre Endverzweigungen sich auflösen, andere aber endigen nach einem meistenteils ganz kurzen Verlauf in den fraglichen lamellösen Körperchen. Und gerade aus dieser Kürze der Zweige folgt demnach, dass die Körperchen, wie gesagt, an den Abspaltungen und den Durchtrittsstellen der Peritonealnerven in Gruppen gesammelt liegen. — Was ihre Topographie betrifft, ist endlich noch zu beachten, dass die Gruppen von peritonealen Nervenendkörperchen der 9. und 10. Interkostalnerven oberhalb der Nabelgegend und die der 11. und 12. Nerven unterhalb derselben gelegen sind.

Was ich in der oben gegebenen Schilderung hervorheben will und woran für die Diskussion über die Natur und das Wesen der lamellösen Nervenendkörperchen festzuhalten ist, ist also vor allem, dass diese Körperchen in ganz engem Anschluss an die Stellen vorkommen, wo die Peritonealnerven sich von dem tiefer gelegenen Nervenplexus abspalten und nach der oberflächlichen Schicht, der Serosa des Peritoneums, heraufdringen, d. h. dass sie an den Verzweigungs- und den Eintrittsstellen der Nerven in das Peritoneum sich vorfinden, sowie auch, dass die Nerven, denen die Körperchen aufsitzen, meistenteils ganz kurz sind, rekurrent verlaufen und ausserdem oft wiederholt verzweigt sind, ein Verhalten, demzufolge eben die oben erwähnte Gruppenanordnung der Nervenendkörperchen zu stande kommt.

Ich gehe nun zur Prüfung der *Struktur* der Nervenendkörperchen über.

Die Form der Nervenendkörperchen ist mehr oder weniger rundlich oval, in einigen Fällen so abgerundet, dass sie beinahe Kugelform zeigen, in anderen so in die Länge ausgezogen, dass sie Säcken ähnlich sind. Beispiele der Kugelformen sind a^1,

x, ä¹, der Sackformen e¹, e², ä². Und zwischen diesen Extremen gibt es unzählige Zwischenformen. Aus diesen Beispielen ist auch ersichtlich, dass die Kugelformen bei den verhältnismäfsig kleineren Körperchen, die Sackformen aber bei den grösseren öfter vorkommen. Der proximale Teil des Körperchens geht meistens unter allmählicher Zuspitzung in den zugehörigen Nerven über. Übrigens findet man oft die Körperchen bald bogenförmig oder S-förmig, bald winkelig gebogen. Beispiele von der ersteren Form bieten die Körperchen a und e² wie auch die Körperchen der Mazerationspräparate aus dem Diaphragma und der vorderen Bauchwand (s. Taf. 6, Fig. 1 u. 2), Beispiele von der letzteren Form das Körperchen λ auf Tafel 3/4. Also die Form der Nervenendkörperchen ist in hohem Grade variierend.

Die Grösse der im Peritoneum und dessen Subserosa vorhandenen Körperchen variiert auch bedeutend. Grössere als 500 bis 900 μ und kleinere als 50 μ im Längsdurchschnitt habe ich jedoch in diesen Präparaten nicht angetroffen Sie sind demnach ziemlich klein im Vergleich mit denen, die wir an anderen Stellen des Körpers sehen können. Grosse und kleine werden durcheinander angetroffen, und zwar sowohl in den tieferen wie auch in den oberflächlicheren Schichten des Bauchfells.

Bei Prüfung der Körperchen hat man bei jedem einen äusseren Teil, die Kapselhülle, einen inneren Teil, den Innenkolben, und den Inhalt dieses letzteren, die Terminalfaser, zu unterscheiden. Diese Teile finden sich bei allen Körperchen wieder, variieren aber sowohl der Form als dem gegenseitigen Grössenverhältnis nach derart, dass nicht 2 Körper gefunden werden, die einander völlig gleich wären. Im allgemeinen findet man jedoch, dass die tiefer gelegenen Körperchen eine verhältnismäfsig dünnere Hülle, einen grösseren Innenkolben und eine mehrteilige und mehr zusammengeknäuelte Terminalfaser zeigen, während die oberflächlicher gelegenen dagegen in der Regel

eine dickere Kapselhülle, einen schmalen Innenkolben und eine einfache ungeteilte Terminalfaser haben.

Die tiefer gelegenen erinnern demnach etwas mehr an einige der Krauseschen Endkolben oder noch mehr an die Nervenendkolben, wie sie Golgi und Mazzoni im Bindegewebe an der Oberfläche von Sehnen und Ruffini in dem subkutanen Bindegewebe der Fingerkuppe gefunden haben. (s. Key und Retzius, Anat. d. Nervensystems und des Bindegewebes II, 1, Tafel XXXIV und XXXV und Kölliker: Handb. d. Gewebelehre d Menschen, 6. Aufl., Bd. I, § 50 und A. Ruffini: Sulla presenza dei corpuscoli Golgi-Mazzoni nel connettivo sottocutaneo dei polpastrelli delle dita dell' uomo, in Atti di Lincei, Mem. d. Class. d. Sci. fis., Ser. 4a, Vol. VII (1893) mit den Figuren XIV—XVI und vor allem XVII bis XIX).

Die oberflächlicher gelegenen sind dagegen einigen Vater-Pacinischen Körperchen sehr ähnlich.

Die Kapselhülle zeigt in den beiden Arten von Nervenendkörperchen, sowohl den Endkolben als den Vater-Pacinischen Körperchen, eine Längsstriierung, die in den methylenblaugefärbten Präparaten wie auch in den mit Essigsäure behandelten Sihler-Präparaten, am deutlichsten jedoch in den letzteren, zu sehen ist (s. Tafel 6). Die Streifen biegen sich an dem distalen Polende konzentrisch um das distale Ende des Innenkolbens herum und gehen dann an dem proximalen Polende ohne Unterbrechung in die äussere der Nervenscheiden über, die von Ranvier sogen. »Henlesche Scheide« oder »Perineuralscheide«, wie sie Retzius nennt. Diese Fortsetzung ist leichter in den Körperchen zu verfolgen, wo die Kapselhülle unter gleichmäſsigem Schmälerwerden in die Perineuralscheide übergeht (z. B. e^1, k, s und die in Essigsäure behandelten Präparate aus der Bauchwand und dem Diaphragma auf Tafel 32, Fig. 1 und 2), schwerer dagegen, wenn die Perineural-

scheide, in Zusammenhang mit dem Innenkolben (und eventuell auch in Verbindung mit der vorzeitigen Zerteilung des Achsenzylinders) unmittelbar neben dem Körperchen sich zu einer kugel- oder spulenförmigen Anschwellung erweitert, einer Art Voranschwellung zu dem eigentlichen Endkörperchen (s. z. B. h, i, ä²). Am schwersten sind die Streifen zu verfolgen, wenn die Kapselhülle mehr unvermittelt in die Perineuralscheide übergeht, in welchem Fall eine Reduktion ihrer Anzahl stattzufinden scheint. Oft ist dieser jähe Übergang jedoch nur scheinbar, indem der Nerv eben an der Übergangsstelle in stärkerem Winkel umbiegt, siehe z. B. a^1, a^2, δ^1, δ^2 und ä². Dass die Streifung bisweilen und in einigen der Zeichnungen sich konzentrisch rings um das ganze Körperchen herum zeigt, beruht darauf, dass die in solchem Fall vorliegenden Körperchen von dem einen Pol aus gesehen werden (wie z. B. f und g), oder dass sie etwas schräg gestellt sind, und dass die mikroskopische Einstellung gerade nicht für die Eintrittsstelle des Nerven selbst abgepasst ist (siehe z. B. x, y, ä¹). Bekanntlich zeigte schon Pacini, dass diese Streifen in der Kapselhülle der Nervenendkörperchen durch ihre Zusammensetzung aus einer Menge dünner, konzentrisch geordneter Lamellen bedingt sind, die sich als konzentrische Röhren eine Strecke auf den Nerv hinauf fortsetzen, mit dem die Körperchen zusammenhängen. Später sind diese Lamellen in den Pacinischen Körperchen von mehreren Histologen genau studiert worden, z. B. von Henle und Kölliker und vor allem von Key und Retzius (Studier i nervsystemets anatomi. Nord. Med. Ark., Bd. IV, Nr. 21 und 25, 1872). Hierbei ist von den letzteren gezeigt worden, teils dass die sogenannten Lamellen in Wirklichkeit doppelblättrige (Hassall), durch Flüssigkeit ausgedehnte Bildungen sind, weshalb sie auch in Übereinstimmung mit Key und Retzius hier unter dem Namen von »Kapseln« beschrieben werden, die aus je 2 »Lamellen« zusammengesetzt sind, welche zwischen sich

einen durch Flüssigkeit ausgedehnten »Intrakapsularraum« einschliessen; teils dass diese Kapseln unter Verlust ihres Flüssigkeitsinhaltes in die Perineurallamellen der Nervenfaser übergehen, teils dass die von Hoyer nachgewiesene Häutchenzellbekleidung der Kapsellamellen eine Entsprechung zu den Häutchenzellen, welche die Perineurallamellen bekleiden, darstellen und in sie übergehen. Und in dieser Hinsicht stimmen auch die peritonealen Lamellenkörperchen im grossen und ganzen mit den anderwärts vorkommenden überein. Bemerkenswert ist aber die Lockerheit in den äusseren Schichten der Kapselhülle. Die Kapseln scheinen hier, je mehr man zur Oberfläche kommt, loser und loser mit den Körperchen verbunden zu liegen und allmählich in die Bindegewebsfasern überzugehen, die um die Körperchen herum ausgedehnt liegen. Sowohl diese Fasern wie die Kerne zwischen ihnen liegen dicht bei den Körperchen konzentrisch um dieselben herum geordnet, je weiter man aber von den Körperchen abkommt, um so schräger gestellt und unregelmäfsiger zerstreut sind die Kerne (siehe Tafel 32 b d v!). Die Grenze zwischen den Körperchen selbst und dem umgebenden Bindegewebe ist daher oft sehr schwer zu ziehen. Ein Unterschied zwischen inneren und äusseren Kapseln, wie er sich deutlich bei Vater-Pacinischen Körperchen von Erwachsenen zu zeigen pflegt, ist in diesen nicht wahrzunehmen. Vergleicht man die Dicke der Kapselhüllen bei den beiden Arten von Endkörperchen hier im Peritoneum, so ist das Verhältnis zwischen ihnen ungefähr das, dass bei den VaterPacinischen Körperchen die Anzahl der Kapseln zwischen 20 und 40, bei den Endkolben zwischen 5 und 15 beträgt. Dass die Anzahl der Kapseln hier geringer ist, als es bei den entsprechenden Körperchen in anderen Körperteilen der Fall zu sein pflegt, beruht wahrscheinlich darauf, dass die Präparate von Kindern herrühren und dass die Anzahl der Kapseln wahrscheinlich mit den Jahren zunimmt.

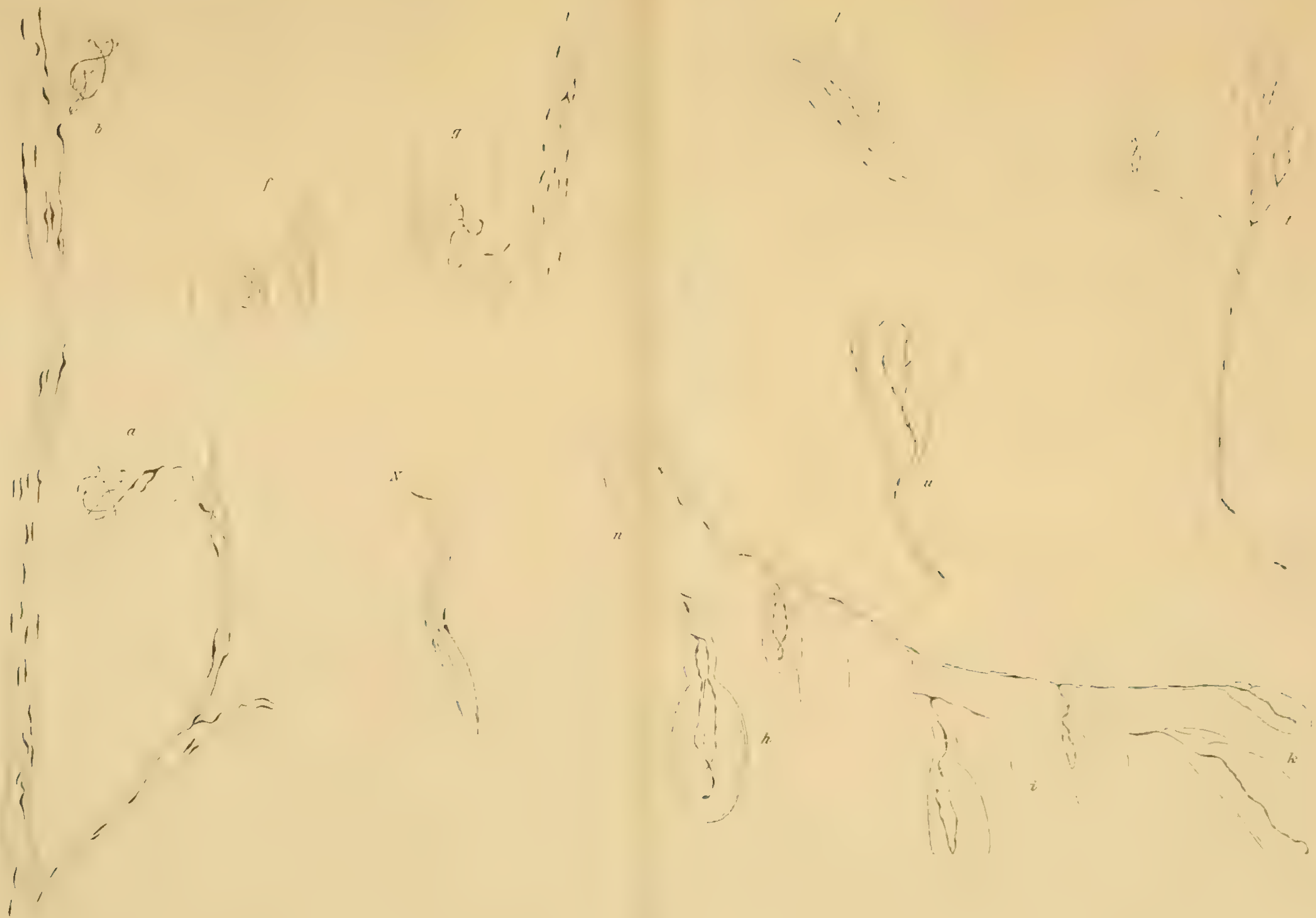
Der Innenkolben. Wie wir aus Keys und Retzius' Untersuchungen wissen, ist dieser in den lamellösen Nervenendkörperchen eine Fortsetzung und Erweiterung der von denselben Forschern nachgewiesenen und zuerst unter dem Namen »Fibrillenscheide« beschriebenen Nervenscheide zwischen der Perineuralscheide (= Henlesche Scheide) und der Schwannschen Scheide. Den Namen »Fibrillenscheide« hat jedoch Retzius später gegen den bezeichnenderen Namen »Endoneuralscheide« vertauscht (s. Anat. Anz., Bd. XXVIII, Nr. 1, 1906[1]). Dieser Innenkolben verhält sich in den Nervenendkolben und in den Vater-Pacinischen Körperchen, die im Peritoneum vorkommen, etwas verschieden. In den peritonealen Nervenendkolben hat er die Form einer grossen spulenförmigen Erweiterung, bisweilen mehr rund, bisweilen mehr ausgezogen, die in sich die Verzweigungen der in diesen Körperchen gewöhnlich mehrmals zerteilten und geschlängelten Terminalfaser aufnimmt. Die Substanz, aus der der Innenkolben besteht und die offenbar der »sostanza granosa di sostegno« der Golgi-Mazzonischen Korpuskeln entspricht und in der die Nervenfasern sich verzweigen, hat ein stark glänzendes, etwas körniges Aussehen, von ihrer Struktur ist aber in den vorliegenden Präparaten der Endkolben nicht viel zu sehen, da sie alle nach der vitalen Methylenblau-Färbungsmethode behandelt worden sind. In den peritonealen Vater-Pacinischen Körperchen dagegen hat der Innenkolben die Form einer langen und schmalen zylindrischen Hülse, die die in diesen Körperchen gewöhnlich einfache Terminalfaser umschliesst. In den Präparaten, die mit der Sihlerschen Mazerationsflüssigkeit behandelt worden sind, kann man im peripheren Teil des Innenkolbens eine deutliche Längsstreifung und ebenso deutliche, etwas zerstreut liegende

[1]) Es scheint hier, dass „Fibrillenscheide“ und „Endoneuralscheide“ dasselbe sind, was Ruffini neulich entdeckt zu haben glaubt und was er „guaina sussidiaria“ nennt (s. Revue gén. d'hist. I, 3, 1905), S. 429.

plattgedrückte und bogenförmige Kerne wahrnehmen, welch letztere die eine etwas konkave Oberfläche der Axialfaser, die andere etwas konvexe der Kapselhülle zuwenden. Diese Kerne sind in der Längsrichtung des Innenkolbens in die Länge gezogen. Die Aussengrenze des Innenkolbens gegen die innersten Schichten der Kapselhülle tritt ziemlich distinkt hervor. Der zentrale Teil des Innenkolbens erscheint dagegen körnig, mit ziemlich reichlich eingestreuten Kernen. Bei Hebung und Senkung an der Mikrometerschraube zeigt es sich, dass diese Kerne mit ihrer Längsrichtung bald senkrecht, bald schräge zur Axialfaser liegen, wodurch sie bei gewissen Einstellungen dem Innenkolben ein quergebändertes Aussehen geben.

Die Terminalfaser. Diese weist in den peritonealen Nervenendkörperchen unerhört wechselvolle Bilder auf. Am besten lassen sich diese in den methylenblaugefärbten Präparaten studieren, da die Markscheide in den allermeisten Fällen beim Eintritt des Nerven in das Endkörperchen aufhört, indem er dadurch der Farbe zu dem Achsenzylinder Zutritt gewährt. Auf Grund dieser tinktoriellen Verhältnisse ist der Verlauf der Terminalfaser in diesen Präparaten leicht zu überschauen. Man bemerkt da meistens auf den ersten Blick hin, dass ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Arten von peritonealen Nervenendkörperchen: den Endkolben und den Vater-Pacinischen Körperchen vorhanden ist. Doch so verschieden wie die Bilder auch sind, gibt es doch auch überall Übergangsformen.

a. Die Nervenendkolben. Ihre Nervenfaser verzweigt sich gewöhnlich, sobald sie durch die Kapselhülle in den Innenkolben eingetreten ist. Völlig konstant ist dies jedoch nicht der Fall. Fig. h zeigt ein Beispiel von einem Nerven, der sich schon vor dem Eintritt in das Endkörperchen teilt. Mehr als der Achsenzylinder nimmt jedoch nicht an der Verzweigung teil; die Scheiden sind ungeteilt und haben sich statt dessen zu einer Voranschwellung zu dem eigentlichen Endkörperchen ent-



Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden

Kgl. Univers. Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg

wickelt. Gewöhnlich aber, wie gesagt, geschieht die Teilung, sobald die Faser in den Innenkolben eingetreten ist. Bisweilen bleibt es bei 1 Teilung (wie z. B. in e^1, e^2, r, u und z). Gewöhnlich aber zerfallen der eine oder beide Zweige in Zweige zweiter Ordnung. Beispiele für das erstere bieten h, l, (p)[1], s, x; für das letztere a, b, (d^1, d^2), g, (m^1, m^2, n). Sodann können die Zweige noch weiter in Zweige dritter Ordnung zerfallen, wie z. B. $ä^1$, $ä^2$. Nach den Teilungen verlaufen die Zweige manchmal neben einander ziemlich gerade nach dem distalen Polende des Endkörperchens, und dort angelangt können sie entweder beide oder nur der eine wieder nach dem proximalen Polende zu umbiegen, von wo aus sie in manchen Fällen noch einmal in peripherer Richtung umbiegen können. Bisweilen dagegen schlängeln sie sich in Spiralwindungen oder hakenförmigen Schlingen um einander, wie z. B. in a, b, (d^1, d^2), l, (m^1, m^2, n) u. a. Bisweilen können sie sich zu höchst eigentümlichen Knotenbildungen verfilzen, wie z. B. in $ä^1$, welche Bildungen dann in hohem Grade an die Bilder erinnern, von denen Ruffini eine charakteristische Beschreibung bei der Schilderung des Verhaltens der Terminalfaser in einigen der Golgi-Mazzonischen Körperchen, wie er sie z. B. in dem Unterhautbindegewebe der Finger gefunden hat, gibt: »La fibra nervosa gira e si ripiega in varie guise su sè stessa, in modo da formare una specie di gomitolo (s. Atti de Lincei: Mem. Cl. Sc. Fis. Ser. 4a, Vol. VII, S. 14). Ob die vielen Terminalfaserverzweigungen hierbei wirklich anastomosieren und »ein vollkommenes Netz« bilden, wie Dogiel sie in seinen Präparaten von Nervenendkörperchen aus dem Peritoneum beschrieben hat (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 59, H. 1, S. 6, 7 und 9), ist in verschiedenen Präparaten nicht leicht bestimmt zu entscheiden. In

[1]) Die Buchstaben in Klammern bedeuten Figuren, die von der Reproduktion ausgeschlossen worden sind, weil ihre Hauptzüge sich in den übrigen hier reproduzierten Figuren wiederfinden.

vielen Fällen sieht es aber wirklich so aus, man sehe z. B. ä[1], ä[2]. Doch ist zuzugeben, dass wo die Faserverzweigungen so durcheinander gewirrt und wiederholt einander kreuzend und gegen einander gedrückt verlaufen, leicht eine Verwechslung zwischen einer Kreuzung und einer Anastomose geschehen kann. Unter diesem (oft launisch) wechselnden Verlauf, wie ihn die Fasern aufweisen, zeigen sie selbst sehr ungleichmäfsige Konturlinien mit zahlreichen in kurzen Zwischenräumen auftretenden Verdickungen von verschiedenen Formen. Und mit einer solchen Anschwellung endigen auch die Fasern gewöhnlich.

b. Die Vater-Pacinischen Körperchen. In diesen verläuft die marklose Terminalfaser, eingeschlossen in den hier langen und schmalen Innenkolben, gewöhnlich einfach und unverzweigt bis zum distalen Ende des Nervenendkörperchens. Sie beschreibt hierbei kleine seichte schlangenförmige Krümmungen, die auf den ersten Blick hin leicht zur Verwechslung mit den kleinen Verdickungen Anlass gibt, die sich auch hier und da aufweist[1]). In den mit der Sihlerschen Mazerations-

---

[1]) Diese Verdickungen repräsentieren wahrscheinlich die Fusspunkte für einen Teil der kleinen feinen lateralen Ausläufer, welche Retzius in Chrom-Osmium-Silber-gefärbten Pacinischen Körperchen aus dem Pankreas der Katze nachgewiesen hat (Biol. Unters. N. F., Bd. 6, 1894, Tafel XXVI, besonders aber Bd. 8, 1898, Tafel XXXI). Sala hat dann ebendieselben in nach der vitalen Methylenblau-Färbungsmethode behandelten Präparaten von Pacinischen Körperchen aus dem Mesorectum der Katze (Anat. Anzeiger, Bd. 16, 1899, S. 194 und Fig. 1) und Dogiel in ebenso behandelten Präparaten von Pacinischen Körperchen aus dem Peritoneum vom Menschen und Kaninchen (Arch. f. mikr. Anat, Bd. 59, 1902, Tafel 1) gefunden. Da aber die Färbung dieser feinen Fasern in nach der Methylenblau-Färbungsmethode behandelten Präparaten bald verschwindet und die Zeichnung meiner grossen Peritonealnervenkarte, in welche die Pacinischen Körperchen Stück für Stück eingetragen wurden, eine Zeit von zirka $1^1/_2$ Monat in Anspruch genommen hat, so können unmöglich diese Ausläufer in den hier mitgeteilten Bildern von nach dieser Methode behandelten Präparaten zu sehen sein.

flüssigkeit behandelten Präparaten kann man bisweilen deutlich sehen, dass die Krümmungen durch die grossen angeschwellten Kerne im inneren Teil des Innenkolbens hervorgerufen werden.

Ausser den eben beschriebenen Nerven nimmt man an der Oberfläche der Nervenendkörperchen und bisweilen auch innerhalb derselben zwischen den Hüllenkapseln feine variköse Fäden wahr. Diese gehören den Blutkapillargefässen an, welche diese Körperchen ernähren, wie sie auch die Nerven und andere Bestandteile der Subserosa und Serosa ernähren. Fig. XI auf Tafel 44—45 in der zitierten Arbeit in Anat. Hefte, Bd. 29, Heft 3 zeigt Netzwerke sowohl von solchen Kapillargefässen als von solchen Gefässnerven, und wie beide die Nervenendkörperchen berühren. Derartige Kapillargefässe mit dazu gehörigen Gefässnerven finden sich auch hier unten auf Tafel 27/28, Fig. a, Tafel 29/30, Fig. λ und Tafel 31 angedeutet. Besonders reichlich waren auch diese Gefässe mit dazu gehörigen Nerven an den nach der Sihlerschen Methode behandelten Körperchen aus der Peritonealbekleidung der Bauchwand und des Diaphragmas.

Aus den gleichen Gründen, weshalb die feinen Seitenausläufer der Terminalfasern nicht zu sehen sind, kann man in diesen Präparaten auch keine Andeutung zu den Netzwerken feiner variköser Fasern sehen, wie sie von verschiedenen Forschern um die Terminalfaser herum beschrieben worden ist. Ich denke hierbei an den »Faserapparat«, den Timofeew in lamellösen Körperchen aus der Prostata von Hund und Katze beschrieben (Anat. Anz. XI. 2, 1895) und an das Fasernetz, das Dogiel in Pacinischen Körperchen aus dem Peritoneum bei Menschen und Kaninchen geschildert hat (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 59, 1902), sowie an Netzwerke, wie sie von Sala in Pacinischen Körperchen aus Mesorectum und Pankreas der Katze beschrieben worden sind (Anat. Anz., Bd. 16, 1899 und Bolletin. d. Soc. Med.-Chir. di Pavia 1891). Diese Netzwerke,

die übrigens schon Forscher vor Timofeew gesehen haben, z. B. Beale (1867), (L. S. Beale, Fundamental structure and arrangement of nervous apparatus. The Medical Times and Gazette, London, Vol. I, 1867, S. 56), Budge (1872) u. a. bieten beträchtlich wechselnde Bilder dar, weil sie, wie allgemein bekannt, schwer Farbe annehmen und sie leicht verlieren und hierbei bald ein Teil des Netzbildes, bald ein anderer hervortritt. Unter diesen ist die Form mit zusammengedrängten Spiralschlingen, die Sala wiedergibt, höchst interessant, weil sie auf eine frappante Weise die Übereinstimmung zwischen dem Verhalten der Fasern in den Pacinischen Körperchen und in den Hemmungsbildungen zeigt, welche in dem zentralen Nervenstumpf und der Narbe nach einer Nervdurchschneidung entstehen, wenn es den herauswachsenden Nervenfasern nicht gelungen ist, den peripheren Stumpf des Nerven zu erreichen, sie vielmehr in dem zwischenliegenden Gewebe gefangen und eingekapselt worden sind. Man vergleiche Fig. 5 in der letztgenannten Arbeit von Sala und Fig. 9 oder Fig. 12 in Cajals »Mecanismo de la regeneración de los nervios« in Trabaj. d. Lab. d. invest. biol. d. l. Univ. d. Madrid, Tom. IV, Fasc. 3 (1905). Interessant ist auch zu sehen, dass sowohl Cajal in den feinen Spiralfasern der Hemmungsbildungen als auch Ruffini in den Netzen des Innenkolbens sympathische Faserelemente sehen wollen. Ich werde später auf diese Bildungen zurückkommen.

Aus dieser Beschreibung der Struktur der peritonealen Nervenendkörperchen geht ja mit aller wünschenswerten Deutlichkeit hervor, dass diese Körperchen ohne alle Frage zu der Gruppe der lamellösen Nervenendkörperchen gerechnet werden müssen. Alle charakteristischen Bestandteile dieser letzteren, wie Kapselhülle, Innenkolben, Terminalfaser usw., findet man hier wieder. Innerhalb dieser Gruppe von Körperchen aber weisen sie eine Masse Typen auf: einige von ihnen gleichen

völlig den Vater-Pacinischen Körperchen, andere wieder den Krauseschen Endkolben, daneben kommen aber eine Menge Körperchen vor, die in gewissen Hinsichten als Übergangsformen zwischen den genannten beiden Typen oder als Variationsformen derselben angesehen werden können. Besonders ist das Verhalten der Terminalfaser äusserst variabel, indem sie bisweilen ganz einfach und ungeteilt ist, bisweilen wieder eine reiche Fülle von Verzweigungen und komplizierten Formen aufweist. Und als eine Eigentümlichkeit ist hierbei zu beobachten, dass diese Variationen in einem gewissen Zusammenhang mit der Tiefenlage der Körperchen in dem Gewebe zu stehen scheinen: die Körperchen nämlich, die in tieferen Schichten des Peritoneums parietale liegen, sind komplizierter und die oberflächlicher gelegenen einfacher gebaut. Aber neben diesem Ineinanderfliessen der Typen oder Arten zeigen einige der Präparate auch, dass auch die Grenze zwischen den Nervenendkörperchen und dem sie umgebenden Gewebe nicht scharf ist (s. die mit Essigsäure behandelten Präparate!), dass vielmehr die äusserste Schicht der Kapselhülle mit dem umgebenden Bindegewebe intim zusammenzuhängen oder ohne deutliche Grenze in dasselbe überzugehen scheint.

Zur Beurteilung der Bildungsweise der Körperchen will ich vorläufig diese Struktureigentümlichkeiten hervorheben, auf die ich im weiteren Verlaufe meiner Untersuchung noch näher eingehen werde

Zu diesen in topographischer und morphologischer Hinsicht eigentümlichen Zügen, wie sie soeben beschrieben worden sind, treten nun aber weitere noch eigentümlichere betreffs der Funktion der Körperchen hinzu, die absolut unvereinbar mit der Vorstellung sind, welche wir gegenwärtig von dem Wesen und der Bedeutung dieser Körperchen haben. Es ergibt sich dies aus den

Experimentellen Untersuchungen,

zu denen ich nunmehr übergehe.

K. G. Lennander hat nämlich vor einigen Jahren durch seine experimentellen Untersuchungen über das Gefühl im Peritoneum parietale gezeigt, dass wir in diesem wahrscheinlich nur Schmerzgefühl besitzen. Er hat bei einer Menge teilweise unter Lokalanästhesie ausgeführten Operationen die Sensibilitätsverhältnisse des Peritoneums parietale geprüft und gefunden, dass es stark schmerzempfindlich ist, am allerstärksten bei Verschiebung der Serosa gegen die festeren Teile der Bauchwand (s. K. G. Lennander, Iakttagelser öfver känseln i bukhålan, in Hygiea 1901, Sep. S. 33; oder Smärtor i buken, ett försök att förklara några af dem, in Upsala Läkaref:s Förh., Bd. X (1905), H. 7, Sep. S. 3 u. a.). Andererseits hat er aber auch beobachtet, dass z. B. Applikation warmer oder kalter Instrumente (oder von Eis) an das Peritoneum parietale weder ein Gefühl von Berührung noch ein solches von Wärme oder Kälte hervorruft, obwohl dieselben Instrumente usw. bei Anlegen gegen die Haut starke derartige Empfindungen hervorrufen (s. Hygiea, 1901, angef. Arb., S. 55 und 59). Und auf Grund seiner Erfahrungen spricht er die Ansicht aus, dass von dem Peritoneum parietale nur Schmerzempfindungen ausgelöst werden (s. Hygiea, 1901, angef. Arb., S. 1 und Beobachtung. über d. Sensibilität in der Bauchhöhle, in Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir., Bd. X (1902), H. 1—2, S. 39, sowie Om lokal anästesi och om känseln i organ och väfnader, in Upsala Läkaref:s Förh. Bd. X., H. 6, S. 32). An letztgenannter Stelle gibt er eine kurze Zusammenfassung seiner Untersuchungsergebnisse in folgender Weise: »Das Peritoneum parietale mit der umliegenden Subserosa besitzt Schmerzsinn. Dagegen halte ich es für wahrscheinlich, dass sie nicht die drei übrigen Sinne, Druck-, Wärme- und Kältesinn, besitzen«.

Die experimentellen Untersuchungen, auf die Professor Lennander diesen Satz gründet, hat er in der überwiegenden Anzahl der Fälle in der Gegend neben und hinter dem M. rectus

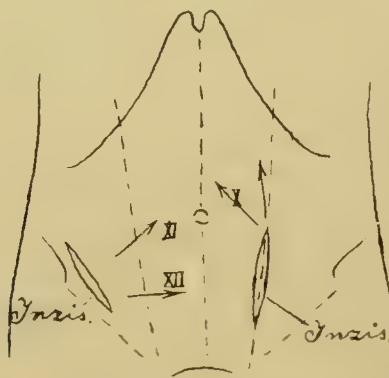
ausgeführt, also in dem Gebiet, auf das sich auch meine Untersuchung bezieht, und das eben auf meine Tafel 42—43 in Anat. Hefte, I. Abt., Heft 89 abgebildet ist. Sie sind dabei an viele verschiedene Stellen verlegt worden, wie die Gegend der Leber und Gallenblase, des Magens, der Leistenkanäle, der Appendixgegend, das Becken usw., und die Operation, bei welcher er die oben erwähnte Temperatur- und Drucksinnuntersuchung ausführte, war eine Ileokolostomie, wobei der Hautschnitt $^1/_2$ bis 2 cm rechts von der Linea alba gelegt war.

Es muss also Erstaunen erregen, dass das Peritoneum keine Empfindlichkeit für Drucke, Wärme oder Kälte zeigen sollte, obgleich dasselbe typische lamellöse Nervenendkörperchen hat, die wir (z. B. die Vater-Pacinischen) als Drucksinnesorgane und (z. B. die Krauseschen) als Temperatursinnesorgane anzusehen uns gewöhnt haben.

Zur Klärung dieser komplizierten Frage über die Sensibilität im Peritoneum hat Prof. Lennander während des vergangenen Winters mir gütigst Gelegenheit gegeben, bei einigen von ihm ausgeführten Laparotomien und Sensibilitätsprüfungen zugegen zu sein, wobei die Untersuchung eben den Gebieten zugewandt werden sollte, wo die hier oben geschilderten Gruppen von lamellösen Nervenendkörperchen gelegen sind. Diese Gebiete sind dabei Stelle für Stelle sorgfältig abgesucht worden, sodass die Untersuchungsinstrumente notwendigerweise zu wiederholten Malen die hier fraglichen Körperchen berührt haben müssen. Die Untersuchungen wurden im Zusammenhang mit leichteren, verhältnismäfsig unkomplizierten Bauchoperationen bewerkstelligt, bei denen aus diesem oder jenem Anlass Kontraindikation gegen Chloroform- oder Äthernarkose vorlag. Die Operation wurde stattdessen unter Lokalanästhesie ausgeführt (gewöhnlich mit Novokaïn-Adrenalin, $^1/_2$—$^1/_4$ $^0/_0$ ige Lösung von Novokaïn, wozu 1 Tropfen einer $^1/_{10}$ $^0/_0$ igen Adrenalinlösung auf je 10 ccm gesetzt wurde). Bei der Ausführung der Lokal-

anästhesie wurde die Anästhesierungsflüssigkeit zuerst in die Haut der späteren Inzisionsstelle, darauf sukzessive in das subkutane Gewebe, in die darunter liegende Muskulatur und schliesslich, soweit das möglich, in die dahinter liegenden faszialen und subserösen Gewebe eingepresst. Die Operation begann dann in einigen Fällen (I und II) sofort nach der Injektion, in anderen Fällen $^1/_2$ Stunde (III und IV) oder $^3/_4$ Stunde (V) nach derselben. Auf Grund meiner bei den Operationen gemachten Aufzeichnungen habe ich in Gemeinschaft mit Prof. Lennander ein Resumé ausgearbeitet, das das Wichtigste der durch die Experimente gewonnenen Resultate wiedergibt. Um einen Überblick über die Untersuchungen und ihre Prüfung zu erleichtern, füge ich einige Textfiguren bei, unter denen Fig. VI eine schematische Übersicht über den Verlauf der Nerven in der Bauchwand gibt, und Fig. I—V zeigen, wohin die Inzisionsstelle und die Untersuchungsgebiete in jedem einzelnen Falle verlegt worden waren. Ausserdem verweise ich auf meine Figur VII über den Nervenverlauf in der Bauchwand auf Tafel 40/41 in Anat. Hefte, Abt. 1, Heft 89.

Textfigur I.



Schematische Darstellung der vorderen Bauchwand zur Orientierung über die Sensibilitätsprüfung im Fall I.

Inzis.: Die Stelle, wohin die Inzision vor der Untersuchung verlegt worden war. X, XI, XII stehen in den Ausbreitungsgebieten der medialen Peritonealzweige der X., XI., XII. Interkostalnerven. Die Pfeile geben die Bezirke an, die in diesem Fall Gegenstand der Untersuchung waren.

Fall I. Ein 21jähriger Mann, der $1^1/_2$ Jahre vorher wegen einer weit ausgebreiteten eiterigen Peritonitis operiert worden war. An den beiden Stellen, am linken Rektusrande und rechten Lig. ing. (Poup.), wo damals die Bauchinzisionen gelegt worden waren, hatten sich Diastasen in der Bauchwand entwickelt, die von breiten Hautnarben bedeckt waren. Um diese zu beseitigen und eine festere Bauchwand zu schaffen, wurde die fragliche Operation vorgenommen.

An der ersten Inzisionsstelle, am lateralen Rande des linken M. rectus, erstreckte sich die Hautnarbe von einem Punkte dicht unterhalb des horizontalen Nabelplanes bis einige Zentimeter oberhalb des Lig. ing. Poup, (siehe Textfigur I). Unter Lokalanästhesie (mittels Kokaïn-Adrenalin) wurde diese Narbe ihrer ganzen Breite nach nebst dem darunter liegenden Gewebe bis zur Peritonealoberfläche exstirpiert. Durch die so in der Bauchwand entstandene Öffnung wurden einige Prüfungen der Sensibilität im Peritoneum parietale hinter dem linken M. rectus auf dem Gebiete vom horizontalen Nabelplan ungefähr 5 bis 6 cm aufwärts angestellt. Ein breiter Spatel wurde durch den oberen Wundwinkel eingeführt und bisweilen leichter, bisweilen etwas härter gegen die innere Fläche der Bauchwand auf dem genannten Gebiete gedrückt. Obwohl dieses Druckexperiment mehrmals wiederholt und das Instrument dabei zuweilen mehr nach innen gegen die Mittellinie, zuweilen mehr aufwärts längs dem Rektusrande gerichtet wurde, hatte der Patient nicht die geringste Empfindung davon. — Wurde dagegen die Haut auf dem entsprechenden Bezirk mit demselben Instrument berührt, markierte der Patient sofort auch sehr leichtes Drücken auf dieselbe.

Versuche wurden darauf mit stark abgekühlten Instrumenten in derselben Weise und mit demselben Ergebnis ausgeführt: bei Druck mittels derselben gegen die Peritonealoberfläche hinter dem erwähnten Teil des M. rectus empfand Pat. nicht das Ge-

ringste, markierte aber sogleich und sehr exakt die Berührung der Haut aussen auf demselben Bezirk mittels derselben Instrumente und gab an, dass sie sich kalt anfühlten.

Sodann wurden Versuche auch mit Instrumenten ausgeführt, die bis auf ungefähr 40—45 ° C. erwärmt worden waren, wobei diese in derselben Weise und auf demselben Gebiet erst auf der Peritonealoberfläche und unmittelbar danach auf der Hautoberfläche appliziert wurden. Das Resultat war das gleiche: die Berührung der Peritonealoberfläche mit den warmen Instrumenten empfand Pat. überhaupt nicht, wogegen er die unmittelbar darauf mit denselben Instrumenten ausgeführte Berührung des entsprechenden Hautbezirks sofort markierte und richtig charakterisierte.

Vor dem Schliessen der Wunde sollten ihre Ränder untersucht werden; als aber zu diesem Zwecke der laterale Wundrand mittels eines breiten stumpfen Hakens in die Höhe gehoben wurde, verursachte dies dem Pat. sehr starke Schmerzen. Bei der Untersuchung stellte sich heraus, dass ein Darm mittels einer breiten Adhärenz an der Peritonealbekleidung der Bauchwand dicht lateral von der Wunde befestigt war und das geringste Ziehen an dieser Adhärenz und Dehnen des Peritoneums dem Pat. heftige Schmerzen verursachte. Zur Lösung dieser Adhärenz wurde eine kurze Äthernarkose gegeben, während der auch die Gewebsschichten in den Wundrändern dissekiert und die Wunde zusammengenäht wurde.

Die zweite Inzisionsstelle am rechten Lig. Poup. und an der Crista iliaca (ein paar Zentimeter oberhalb und parallel mit dem äusseren Drittel des Lig. Poup. und dicht oberhalb und parallel mit dem vorderen Fünftel der Crista iliaca, siehe Textfigur I) wurde nun in Arbeit genommen. Die Hautnarbe nebst dem darunterliegenden Gewebe, inklusive der Peritonealbekleidung, wurde unter Lokalanästhesie (mittels Novokaïn-Adrenalin) exstirpiert.

Da Pat. währenddessen aus der Ätherbetäubung zu ziemlich klarem Bewusstsein erwacht war, wurden nun wieder einige Peritonealsensibilitätsuntersuchungen angestellt. Diese wurden auf einem Bezirk ausgeführt, der sich hinter dem rechten M. rectus vom horizontalen Nabelplan gut 6—8 cm nach unten erstreckte. Dicht oberhalb der Sp. il. ant. sup. wurden die Untersuchungsinstrumente eingeführt und zuerst nach innen gegen die Mittellinie, dann mehr und mehr aufwärts und schliesslich gerade aufwärts gegen den Nabel gerichtet; zuerst wurden Instrumente von Zimmertemperatur angewendet, dann eiskalte und schliesslich bis auf ungefähr 40—45 ° C. erwärmte; und mit diesen wurden sowohl leichtere als stärkere Drucke gegen die innere Oberfläche der Bauchwand ausgeübt. Diese Serie von Experimenten nebst den gleichzeitig angestellten Kontrollproben auf den entsprechenden Hautpartien ergaben vollkommen dasselbe Resultat wie die vorigen. Auch in diesem Fall adhärierten einige Darmschlingen an der vorderen Bauchwand dicht neben den Wundkanten und als diese Adhärenzen gelöst werden sollten, liess es sich nicht vermeiden, dass die Peritonealbekleidung verschiedentlich einer Dehnung ausgesetzt wurde, was auch hier heftige spannende Schmerzen hervorrief.

Die eben untersuchten Peritonealpartien hinter den Mm. recti müssen sicherlich den Innervationsgebieten der X., XI. und XII. Dorsalnerven angehört haben, und dass diese Nerven (X. hinter dem linken M. rectus und XI. und XII. hinter dem rechten) nicht durch die Inzisionen haben lädiert sein können, das zeigt sofort ein Vergleich zwischen dem Verlauf der Nerven (siehe Textfigur VI) und der Lage der Inzisionen (siehe Textfigur I). Hieraus aber folgt offenbar, dass die Vater-Pacinischen Körperchen und andere lamellöse Endkörperchen, die

(nach der oben gegebenen Schilderung) um die Eintrittsstellen dieser Nerven in das Peritoneum herum gruppiert liegen, dann auch in ungestörter Verbindung mit dem zentralen Nervensystem gestanden haben müssen. Und dass diese Verbindung auch nicht durch die Anästhesierung der Inzisionsstellen irgendwie gestört worden sein kann, geht daraus hervor, dass die parietale Serosa nicht weit von den Wundrändern eine so höchst bedeutende Schmerzempfindlichkeit zeigte. Schliesslich ist es auch als zweifellos anzusehen, dass diese Gruppen von lamellösen Körperchen zu wiederholten Malen während dieser Versuche wirklich von den untersuchenden Instrumenten berührt worden sind, da ja diese so viele Male und an so vielen verschiedenen Stellen der betreffenden Untersuchungsgebiete appliziert worden sind. — Trotz all diesem aber reagierten die lamellösen Nervenendkörperchen nicht ein einziges Mal, weder auf einfachen Druck noch Wärme oder Kälte!

Textfigur II.

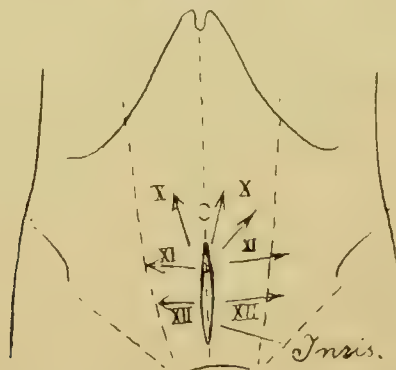


Abbildung zur Orientierung über die Sensibilitätsprüfung im Falle II. Inzis.: Die Inzisionsstelle. X., XI., XII. stehen in den medialen peritonealen Innervationsgebieten der X., XI., XII. Dorsalnerven. Die Pfeile geben die Untersuchungsfelder dieses II. Falles an.

Fall II. Eine 73 jährige Frau, sehr munter und rege trotz des hohen Alters. Vor 15 Jahren war an ihr eine Laparatomie behufs Exstirpation einer grossen Ovarialcyste ausgeführt worden, und von der Inzision, die in die Mittellinie des Bauches verlegt

worden war, war eine schmale Hautnarbe zurückgeblieben, die von der Symphysengegend bis ca. 4 cm unterhalb des Nabels reichte. Indessen war vor einigen Jahren unter dieser Hautnarbe eine breite Diastase zwischen den beiden Mm. recti und im Anschluss daran ein grosser Bauchbruch entstanden, zu deren Beseitigung die Operation nunmehr vorgenommen wurde.

Nach Novokaïn-Adrenalin-Injektion in die Ränder der Hautnarbe und das darunterliegende Fett- und Bindegewebe wurden diese Gewebe bis auf das Peritoneum durchschnitten. In den mehr oberflächlicheren Geweben war fast vollständige Anästhesie erreicht worden, als aber das Peritoneum selbst durchschnitten wurde, gab Pat. Schmerz an (»es stach«). Während einer Pause in der Operation wurden nun einige Sensibilitätsprüfungen ausgeführt: durch den oberen Teil der Wunde wurde ein stumpfes Instrument, ein langer Spatel, eingeführt und hinter den Mm. recti so weit nach oben geführt, dass es weit über den horizontalen Nabelplan hinausreichte; es wurde sodann von der Wundöffnung aus auch nach den Seiten so weit gerichtet, dass es die lateralen Rektusränder erreichte; es wurde an verschiedenen Punkten sowohl oberhalb des Nabelplanes als auch an und unter demselben mit verschiedener Stärke und wechselnder Dauer gegen die peritonealbekleidete Bauchwand gedrückt; Pat. aber hatte keine Empfindung davon, bis der Druck so stark wurde, dass auch die Haut in die Höhe gehoben wurde.

Eine Masse Adhärenzen, die sich zwischen dem Peritoneum der vorderen Bauchwand und verschiedenen Bauchviscera entwickelt hatten, mussten nun gelöst werden. Sobald man aber an den Adhärzenzen zog, sodass das Peritoneum gedehnt wurde, oder wenn man nur mit dem handschuhbekleideten Finger über die Serosafläche in der Nähe der Wundränder so fest strich, dass die Peritonealbekleidung verschoben wurde, begann Pat. über äusserst unbehagliche Empfindungen vom Bauche her zu klagen, »Blähungen«, »Kolikschmerzen«, »Übelkeit«. (Eine

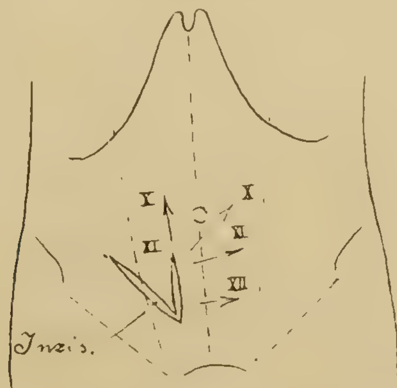
Eigentümlichkeit bei diesen Schmerzen war die, dass sie noch lange [ein paar Minuten] anhielten, nachdem das Ziehen oder Dehnen aufgehört hatte, das sie ausgelöst hatte; ebenso, dass die Schmerzen mit mäfsiger Stärke einzusetzen und dann allmählich zuzunehmen schienen, um schliesslich ihr Maximum zu erreichen). Die Schmerzen wurden schliesslich so heftig, dass das Peritoneum auf den fraglichen Bezirken anästhesiert werden musste, wodurch weitere Sensibilitätsuntersuchungen unmöglich gemacht wurden.

Auch in diesem Fall war demnach ein beträchtliches Gebiet des Peritoneums der Nabelgegend zur Untersuchung gekommen, nämlich die Ausbreitungsgebiete der beiden X., XI. und XII. Dorsalnerven hinter den beiden Mm. recti (vergl. die Textfiguren II und VI); und unter den Gruppen Pacinischer und anderer lamellöser Körperchen dürften in diesem Fall wenigstens die Endkörperchen der XI. und XII. Nerven mit Sicherheit Gegenstand der Untersuchung gewesen sein. Dass die Nerven auf dem Untersuchungsfelde völlig unbeschädigt von der Inzision geblieben sein müssen, liegt klar zu Tage, da diese ja in die Mittellinie verlegt worden war; dass sie auch von der Anästhesierung der Inzisionsstelle unberührt geblieben sind, geht aus der Schmerzempfindlichkeit des Peritoneums sowohl bei der Inzision als auch bei den Adhärenzlösungen und dem Streichen mit dem Finger gegen die Serosa in der Nähe der Wundränder hervor.

Fall III. Ein 32jähriger Mann, der verschiedene Anfälle von Appendicitis gehabt hatte und dem deshalb der Proc. vermiformis exstirpiert werden sollte. Da man erwartete, dass der Appendix infolge von Adhärenzbildungen schwerer zugänglich sein würde, plante man von Anfang an eine bedeutende

Inzisionsöffnung, den sog. »Lennanderschen Appendixbauchschnitt Nr. 2«. Um eine gründliche Anästhesie zu bewirken, wurden 1/2 Stunde vor der Operation teils kutane und subkutane teils intramuskuläre Injektionen mit Novokain-Adrenalin in die Stelle der beabsichtigten Inzisionslinien gemacht. Diese bildeten einen nach unten und medial gerichteten Winkel (wie aus der Textfigur III ersichtlich ist), indem die untere Linie parallel mit

Textfigur III.

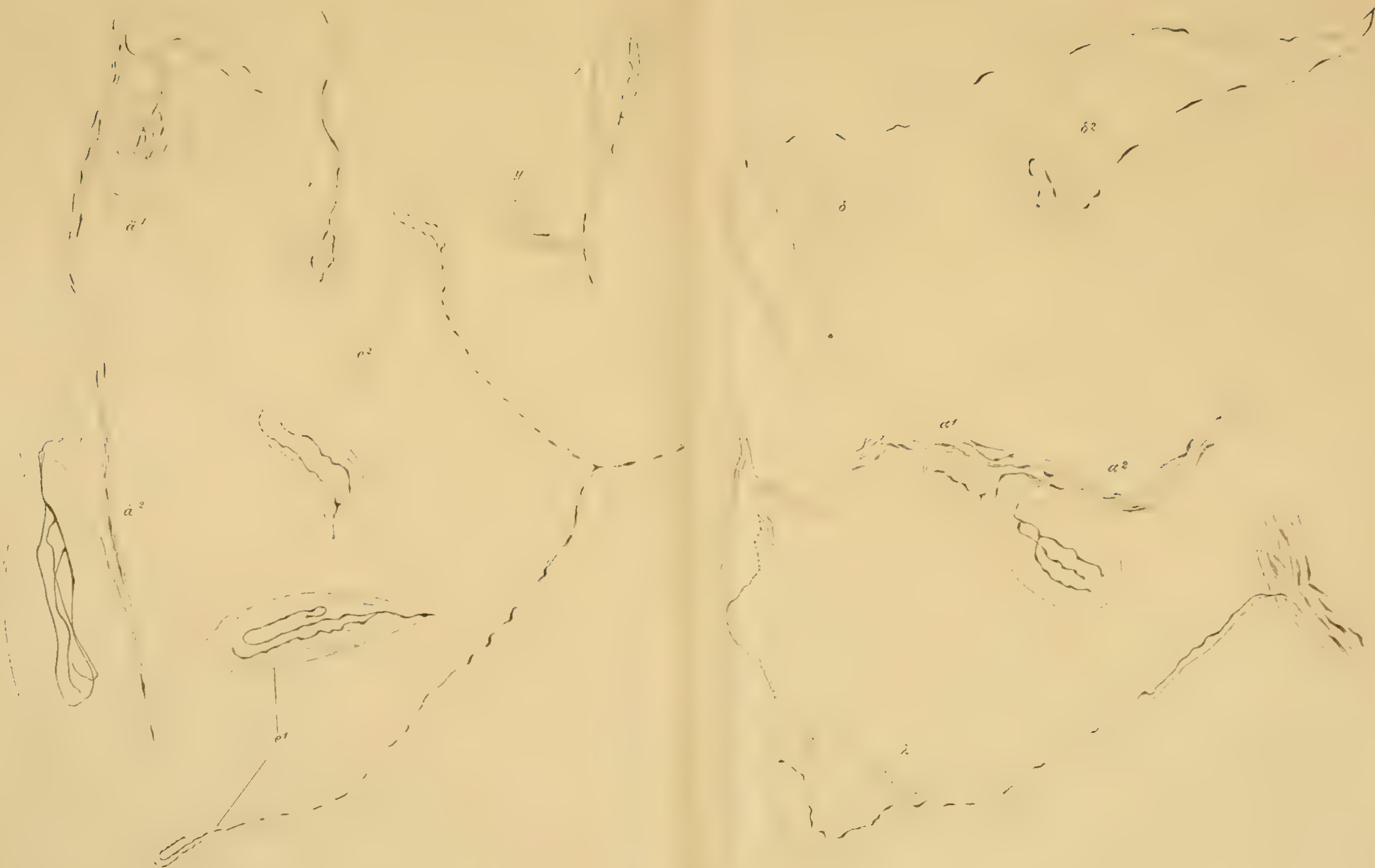


Zur Orientierung über die Sensibilitätsprüfung im Falle III. Inzis. und X., XI., XII. und die Pfeile wie in den Textfiguren I und II.

dem rechten Lig. Poup. ca. 5—6 cm oberhalb desselben und von der Gegend der Sp. il. ant. sup. bis ein paar Zentimeter vorn auf den lateralen Teil des M. rectus dx. sich erstreckend verlief, während die obere Linie von dem letztgenannten Punkt gerade aufwärts vor dem lateralen Teil des M. rectus bis einige Zentimeter unterhalb des horizontalen Nabelplanes verlief. Als dann die Operation vorgenommen wurde, konnte man in den beiden Inzisionslinien sowohl die Haut als das subkutane Gewebe und den M. obl. abd. ext. durchschneiden, ohne dass Pat. eigentlich etwas verspürte, und ebenso die tieferen Schichten der vorderen Wandung der Rektusscheide. Als der laterale Rand des M. rectus darauf gelöst wurde, wurde der 12. Interkostalnerv (oder ein Ast desselben) entblösst. Dieser wurde in lateraler Richtung unter sukzessiven Novokaïninjektionen in seine Scheiden und

sukzessiver Teilung des M. obl. int. bis zur Gegend oberhalb der Sp. il. ant. sup. verfolgt. Auch der M. transv. wurde dicht oberhalb des Verlaufs des genannten Nervs bis zu demselben Punkt durchschnitten. Bei der Ablösung des Rektusrandes wurde auch der XI. Interkostalnerv (oder ein Ast desselben) entblösst. Dieser wurde mittelst eines breiten Hakens nach oben weggezogen, im übrigen aber nicht gerührt. Die hintere Wandung der Rektusscheide wurde bis einige Zentimeter unterhalb des horizontalen Nabelplans durchschnitten und das Peritoneum im Grunde der ganzen grossen soeben beschriebenen Inzision geteilt — alles ohne dass Pat. eine besondere Empfindung davon hatte. Als nun aber einige Gazekompressen durch die Bauchwunde in medialer Richtung eingeführt werden mussten, um die Därme am Hervordringen zu verhindern, und ebenso als einige Adhärenzen zwischen der vorderen Bauchwand und dem Coecum und Colon asc. gelöst werden mussten, verursachten die dadurch bewirkten Dehnungen des Peritoneums beträchtliche spannende Schmerzen. Unter äusserst vorsichtiger Vermeidung von Zug und Dehnung an der parietalen Serosa gelang es indessen, den Appendix fast schmerzfrei abzulösen und zu exstirpieren.

Darauf wurden einige Sensibilitätsuntersuchungen vorgenommen. Von dem oberen Winkel der Wunde aus wurde ein langer Spatel eingeführt, der aufwärts bis weit über den horizontalen Nabelplan und medial ein gutes Stück über die Mittellinie hinausreichte. Der Spatel wurde gegen verschiedene Stellen an der hinteren Fläche der Bauchwand teils in der Nabelgegend, teils unter sukzessiver Verschiebung 2—4 cm oberhalb, teils noch weiter unterhalb des horizontalen Nabelplans und sowohl hinter den medialen als den lateralen Teilen der Mm. recti angedrückt. Sorgfältig wurde hierbei jede Verschiebung und Dehnung der Serosa vermieden. Obwohl aber der Spatel mit wechselnder Stärke und wechselnder Dauer, bis-



Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden

Kgl. Univers. Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg

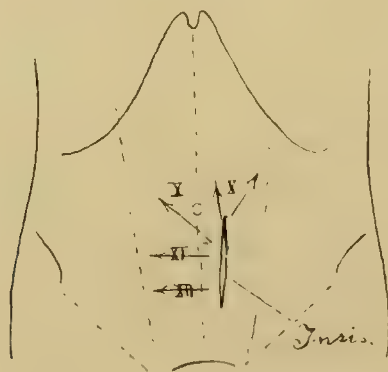
weilen recht fest gegen eine Menge verschiedener Stellen der Bauchwand gedrückt wurde, riefen diese Manipulationen nicht die geringste Empfindung hervor. Als der Spatel dann gegen die darüberliegenden Hautbezirke angelegt wurde, markierte Pat. sofort die Berührung.

Zu bemerken ist, dass bei dieser Operation auf der rechten Seite die Peritonealäste des XII. Dorsalnervs natürlich abgeschnitten worden waren; der XI. (rechte) Nerv dagegen (oder ein Ast desselben) war zwar entblösst, aber, wie erwähnt, geschont und nur etwas bei Seite geschoben worden. Und was von dem Nerv dabei berührt worden, dürften nur die Nervenfasern gewesen sein, die für den M. rectus und die Haut vor demselben bestimmt sind, Denn die Fasern, die der XI. Nerv zum Peritoneum sendet, gehen von ihm schon lateral von der Rektusscheide, ja sogar lateral von der Linea semilun. Spigeli in gleicher Höhe mit dem Nabel ab und verlaufen dann in medialer Richtung in ganz engem Anschluss an die Muskulatur und Aponeurose des M transversus, welch letzteren sie schon lateral von der Rektusscheide durchsetzen (siehe Textfigur VI und die Karte über die Peritonealnerven auf Tafel 40—41 in Anat. Hefte, Bd. 29, Heft 89). Diese Fasern. die das Peritoneum in und dicht unterhalb der Nabelgegend innervieren, können daher nicht gut während der Operation, weder beim Aufwärtsziehen der Nervenfasern des M. rectus noch auch beim Spalten der hinteren Wandung der Rektusscheide, beschädigt worden sein; denn dieser letzte Schnitt hörte ja schon einige Zentimeter unterhalb des horizontalen Nabelplans auf. Absolut sicher lässt sich dies jedoch nicht entscheiden, da bekanntlich der Nervenverlauf in der Bauchwand oft variiert. Gesetzt aber auch den Fall, dass sie wirklich auf der einen (rechten) Seite

von der Mittellinie lädiert worden (oder von der gründlichen Anästhesierung erreicht worden wären), so waren sie ja doch jedenfalls auf der anderen (linken) Seite von der Mittellinie unbeschädigt geblieben; und das Untersuchungsinstrument war ja so lang, dass es ein weites Stück über die Mittellinie hinausreichte. Dass die Peritonealnerven neben dieser und auf der anderen Körperhälfte ganz unbeschädigt waren, das beweisen die heftigen Schmerzen, die durch das Einführen der Tampons hinter den medialen Wundrand hervorgerufen wurden. Was dagegen den X. (rechten) Interkostalnerv betrifft, der das Peritoneum dicht oberhalb der Nabelgegend innerviert und dessen Peritonealnerven oberhalb des horizontalen Nabelplans abgehen und verlaufen (s. Textfigur VI und die Karte auf Tafel 40/41 a. a. O.), so kann er natürlich noch weniger der Gefahr einer Läsion ausgesetzt gewesen sein.

Auch in diesem Fall kann es demnach ganz sicher ausgeschlossen werden, dass die Nerven, deren Peritonealgebiete Gegenstand der Untersuchung gewesen (d. h. X., XI., XII auf der linken Seite; X. und möglicherweise XI. auf der rechten Seite), bei der Inzision beschädigt oder durch die Anästhesierungsmittel betäubt worden sein sollten.

Textfigur IV.



Zur Orientierung über die Sensibilitätsprüfung im Falle IV.
Inzis., X., XI., XII. und die Pfeile wie in den vorigen Textfiguren.

Fall IV. Ein 46jähriger Mann, der an inoperablem Cancer Pylori mit Stenosensymptomen litt, weshalb eine Jejunostomie an ihm ausgeführt werden sollte.

Eine halbe Stunde vor der Operation lokale Anästhesie mittels Novokaïn-Adrenalin an der zukünftigen Inzisionslinie, die direkt vorn auf dem linken M. rectus gelegen war und von dem horizontalen Nabelplan ca. 9 cm nach unten reichte. Die Anästhesierungsflüssigkeit wurde sukzessive in die Haut, Subcutis, vordere Rektusscheide, M. rectus und hintere Rektusscheide eingepresst. Die drei erstgenannten wurden durchschnitten, die Muskelfasern des M. rectus stumpf der Länge nach geteilt — alles schmerzfrei. Darauf wurden die hintere Rektusscheide und das Peritoneum durchschnitten, gleichfalls nahezu schmerzfrei ausser im obersten Winkel der Wunde. Als nun aber das Peritoneum mit Unterbindungspinzetten erfasst und etwas nach vorn gezogen wurde, begann Pat. Schmerz zu markieren, der jedoch nachliess, wenn man mit den Pinzetten nachgab.

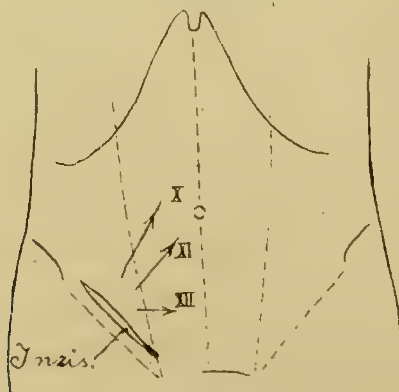
Nun wurden einige Untersuchungen über die Peritonealsensibilität angestellt. Ein mit Gummihandschuh bekleideter Finger wurde zuerst hinter dem linken M. rectus oberhalb des Nabelplans und dann hinter dem rechten M. rectus an und unterhalb des genannten Plans eingeführt. Mit dem Finger wurde ein Druck gegen die Serosabekleidung ausgeführt und der Finger langsam teils von einer Seite nach der anderen, teils von oben nach unten verschoben. Auf beiden Untersuchungsstellen verursachte die Verschiebung dem Pat. Schmerzen, die von ihm mit Bauchgrimmen und Kolikschmerzen verglichen wurden. Auch nachdem der Digitaldruck aufgehört hatte, hielten die fraglichen Schmerzen noch mehrere Minuten lang an. Nach einer Weile, als wieder Schmerzfreiheit eingetreten war, wurde ein breiter Bauchspatel (von Zimmertemperatur) hinter dem linken M. rectus oberhalb des horizontalen Nabelplans und hinter dem rechten M. rectus teils unterhalb des

Nabels, teils in gleicher Höhe, teils oberhalb desselben eingeführt. Bei einfachem Druck gegen die Serosa fühlte Pat. nichts, trotzdem der Druck schliesslich bis zu solcher Stärke vermehrt wurde, dass die Haut leicht auf dem Untersuchungsinstrument ruhte. Sobald aber der Spatel längs der Serosa geschleift wurde und diese mit sich zog, stellten sich die bauchgrimmenähnlichen Schmerzen ein.

Die obenerwähnte Jejunostomie wurde sodann ausgeführt.

Die Peritonealnervengebiete nebst Gruppen von Nervenendkörperchen, die in diesem Fall zur Untersuchung kamen, gehörten dem X. linken und X., XI., und XII. rechten Dorsalnerven an (s. Textfigur IV und VI). Dass die Verzweigungen des X. linken Nerven und übrigens natürlich auch der X., XI., XII. rechten Nerven im Peritoneum von der Inzision wie von der Anästhesierung unberührt geblieben waren, beweist u. a. die Schmerzempfindlichkeit gegen Dehnen der Serosa auf den betreffenden Untersuchungsgebieten

Textfigur V.



Betreffs der Erklärung dieser Abbildung siehe die vorigen Textfiguren.

Fall V. Ein 35 jähriger Mann, der eine kleine unbedeutende Hernia ing. ext. hatte, von der er jedoch befreit zu werden wünschte.

Eine $^3/_4$ Stunde vor der Operation wurde mittels Novokaïn-Adrenalin das zukünftige Operationsgebiet anästhesiert. Es lag dies dicht oberhalb und parallel dem rechten Lig. Poup. und reichte von der Gegend der Spina iliaca ant. sup. bis zur Nähe des Tuberculum pubicum. Die Injektion wurde sukzessiv Schicht für Schicht in die Bauchwand hinein bis in das subseröse Gewebe ausgeführt. Die Haut, das subkutane Gewebe, die Obl. ext.-Aponeurose wurden durchschnitten — vollkommen schmerzfrei. Die Mm. obl. int. und transv. wurden dicht oberhalb des N. ilio-hypogastricus geteilt — ebenfalls schmerzfrei. Das Durchschneiden des Peritoneums, das Erfassen und Aufheben der Ränder mit Pinzetten und die Digitaluntersuchung des Peritoneums in der nächsten Umgebung der Wunde riefen jedoch gelinde Schmerzen hervor, die Pat. als »Klemmen« an der Bauchwand charakterisierte. Als die Pinzetten weggenommen wurden, hörten die Schmerzen auf.

Ein breiter Bauchspatel wurde nun durch den mittleren Teil der Wunde in die Bauchhöhle hinter dem rechten M. rectus direkt hinein gegen die Mittellinie eingeführt. Er wurde darauf gegen die innere Fläche der Bauchwand auf diesem Gebiet ohne jede Verschiebung der Peritonealbekleidung gedrückt. Pat. fühlte nichts. Der Spatel wurde aufwärts gegen die Nabelgegend gerichtet und so tief hineingeschoben, dass er diese erreichte. Er wurde gegen das Peritoneum anfangs gelinde, dann so stark gedrückt, dass auch die Haut ein wenig gehoben wurde. Pat. fühlte nichts. Der Spatel wurde nun noch stärker kephal gerichtet und so weit hineingeschoben, dass seine Spitze hinter dem M. rectus bis ein paar Zentimeter oberhalb des horizontalen Nabelplans reichte. Weder gelinden noch etwas stärkeren Druck gegen die Parietalserosa konnte Pat. jedoch empfinden.

Nachdem der Spatel aus der Bauchhöhle herausgenommen, wurde er leicht gegen die Haut an den Stellen gedrückt, die den untersuchten Peritonealgebieten entsprachen, und dabei

markierte Pat. jedesmal sowohl Berührungs- als gelinde Kälteempfindung.

Darauf wurde ein mit einem Gummihandschuh bekleideter Finger durch die Wunde eingeführt und hinter den rechten M. rectus unterhalb des Nabels gebracht. An mehreren verschiedenen Stellen von Nabelhöhe an bis herunter gegen das Os pubis wurden hier teils ganz leichte Berührungsdrucke, teils ein wenig stärkere Drucke gegen das parietale Peritoneum ausgeführt, ohne dass Pat. etwas davon verspürte; sobald aber der Finger der Peritonealbekleidung entlang geschleift wurde, sodass diese verschoben und gedehnt wurde, begann der Patient über den »klemmenden« Schmerz zu klagen.

Zur Freilegung und weiteren Behandlung des Bruchsackes wurde nun Novokaïn in die in der Wunde blossgelegte Serosa injiziert, worauf der Sack exstirpiert und die Bauchwand nach Bassini geschlossen wurde.

Dieser Fall, bei dem die Peritonealgebiete der X., XI. und XII. Dorsalnerven untersucht wurden (s. Textfigur V und VI), ergab demnach dasselbe Resultat wie die vorhergehenden Untersuchungen; und dass auch in diesem Fall die genannten Nerven unverletzt gewesen sein müssen, liegt auf der Hand, da die Inzision ja in die Nähe des Lig. ing. (Poup.) verlegt worden war.

Bei diesen experimentellen Untersuchungen hat es sich also gezeigt, dass auch die Gebiete des Peritoneum parietale, wo lamellöse Nervenendkörperchen, Vater-Pacinische Körperchen und Nervenendkolben, ganz sicher vorkommen, nicht im geringsten auf einfache Berührungen oder Drucke reagieren, ob diese nun ziemlich stark oder schwach, von langer oder kurzer

Dauer sind, und ebenso ob die hierbei angewandten Untersuchungsinstrumente stark abgekühlt oder erwärmt sind. Und doch hat man, wie die Prüfung der einzelnen Fälle zeigt, bei diesen Untersuchungen genau zugesehen, dass die Anästhesierungs- und Inzisionsstellen so gelegen waren, dass die Innervation auf den betreffenden Bezirken mit Sicherheit vollkommen ungestört war, was übrigens die auf diesen Bezirken ausgelösten Schmerzempfindungen genugsam beweisen.

Textfigur VI.



Textfigur VI ist eine schematische Übersichtskarte über den Verlauf der X., XI., XII. Interkostalnerven in der vorderen Bauchwand, in der man sehen kann teils die kaudalwärts abbiegende Richtung der Muskelnerven des M. rectus unterhalb des Nabels (punktiert), teils die Stellen, wo die medialen Peritonealnerven sich von den Hauptnerven abspalten, teils die Stellen, wo diese Peritonealnerven durch die Transversus-aponeurose durchtreten (o), teils die kraniale Deviation, die diese Nerven während ihres Verlaufes im Peritoneum zeigen (voll ausgezogen). L. s. Sp.: Linea semilunaris Spigeli.

Wenn aber trotz all diesem nicht eine einzige Druckempfindung und ebenso keine Temperaturempfindung von dem Peritoneum haben ausgelöst werden können, wie soll sich dies mit der allgemein üblichen Vorstellung von der Funktion dieser Körperchen in Übereinstimmung bringen lassen?

Dass tiefere Eingriffe in das Peritoneum und Ziehen und Dehnen derselben heftige Schmerzen hervorrufen, ist nicht schwer zu erklären, da ja derartige Empfindungen nach der allgemeinen Vorstellungsweise durch die freien Nervenendigungen

vermittelt werden (s. Blix' Abhandlung in Upsala Läkaref:s Förh., Bd. 18 (1883), S. 1140 oder Arch. f. Biol., Bd. 21 (1885), S. 160, sowie v. Freys Zusammenstellung über die Hautsinne: Berichte d. math. Kl. d. K. Sächs. Ges. zu Leipzig 1895, S. 166) und da wir ja nach den Untersuchungen der letzten Zeit im Peritoneum einen grossen Reichtum von Nerven haben, welche Netzwerke mit feinen Endverzweigungen bilden. Weshalb aber reagieren die lamellösen Endkörperchen nicht auf die einfachen Berührungen, die leichteren oder stärkeren Drucke, Wärme- oder Kältereize? Sind es doch gerade Druck- und Temperaturempfindungen, welche diese Körperchen vermitteln sollen!

Denn was zunächst die Endkolben betrifft, so nahm ja allerdings ihr Entdecker, W. Krause, an, dass sie im Dienst sowohl des Druck- als des Temperatursinnes ständen (siehe W. Krause, Die terminalen Endkörperchen, Hannover 1860, S. 178). Als dann aber später die Unmöglichkeit einer solchen Doppelfunktion durch Blix' Entdeckung der von einander gesonderten Druck-, Kälte- und Wärmepunkte bewiesen worden war, hat man sich ja darüber geeinigt, die alte Ansicht dahin zu modifizieren, dass die Krauseschen Endkolben doch eine Art temperaturperzipierender Apparate, besonders zur Auffassung von Kälte sein sollten (s. v. Frey, angef. Arb.).

Und was die Vater-Pacinischen Körperchen betrifft, so werden diese ja allgemein als eine Art Perzeptionsorgane für eine bestimmte Qualität des Drucksinnes, besonders für den »tieferen Druck«, angesehen, (siehe z. B. Krause, Allgem. u. mikr. Anatomie (1876), S. 514 und Ruffini, Atti de Lincei: Mem. Cl. Sc. Fis., Ser. 4a, Vol. VII, 1894, S. 16).

Was kann es nun aber bedeuten, dass, obwohl wir im Peritoneum die Nervenendapparate haben, welche Temperatur- und Druckempfindungen vermitteln sollen, diese Endorgane nicht reagieren, trotzdem adäquate Reize auf sie einwirken?

Es ist klar, dass ein Fehler hier vorliegen muss, entweder in den Untersuchungen oder auch in unseren Vorstellungen von der Funktion der Nervenendapparate.

Was die anatomischen Untersuchungen betrifft, so kann man in den oben gelieferten Schilderungen wie auch in der Abhandlung: Über die Innervation des Peritoneums (Anat. Hefte, Bd. 29, H. 89) genau sehen, wie diese ausgeführt worden, welche verschiedenen Methoden bei der Arbeit zur Verwendung gekommen sind usw., und die Zeichnungen von den Nervenendkörperchen, die im Zusammenhang mit diesen Schilderungen wiedergegeben sind, sind mit Hilfe von Abbés Camera teils von mir, teils von verschiedenen Zeichnern ausgeführt worden. Es hat sich gezeigt, dass die verschiedenen Bilder, welche die Körperchen im Peritoneum je nach der betreffenden Behandlung aufwiesen, in allem Wesentlichen mit den nach denselben Behandlungen erhaltenen Bildern übereinstimmen, wie sie die Nervenendkörperchen in anderen Körperteilen aufweisen. Einige glichen den Vater-Pacinischen Körperchen, andere den Krauseschen Endkolben, andere einer Zwischenform zwischen ihnen, z. B. den Golgi-Mazzonischen »organi nervosi terminali«. Und Dogiel hat auch diese Nervenendkörperchen im Peritoneum als völlig ähnlich den anderwärts gefundenen beschrieben (s. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 59 [1902], S. 5). Es ist demnach nicht zu bestreiten, dass deutliche lamellöse Nervenendkörperchen im Peritoneum vorhanden sind, und es kann also nicht auf irrtümlicher Beobachtung der Existenz der Körperchen beruhen, dass die zu erwartende Reaktion, die genannten Empfindungen, ausgeblieben sind.

Was ferner die experimentellen Untersuchungen angeht, so hat die überwiegende Anzahl von Sensibilitätsprüfungen, die Prof. Lennander an der Bauchwand ausgeführt hat, und alle die experimentellen Untersuchungen, die oben näher geschildert

worden sind, das Gebiet hinter dem M. rectus abd. betroffen, d. h. eben den Teil der Bauchwand, wo die oben beschriebenen Gruppen lamellöser Endkörperchen belegen sind. Und eben im Hinblick auf diese gruppenweise Anordnung der Körperchen an dieser Stelle sind bei der späteren Serie von Versuchen die Untersuchungsgebiete so gross genommen worden, dass bei jeder Untersuchung wenigstens ein paar Gruppen den Berührungen ausgesetzt gewesen sein müssen, und ferner sind die Untersuchungsgebiete Stück für Stück genau abgesucht worden. Es ist daher nicht denkbar, dass die Untersuchungsinstrumente stets Gebiete zwischen den Zonen, in welchen die Körperchen gehäuft liegen, getroffen haben sollten.

Wenn aber demnach der Fehler nicht gut in den hier geschilderten anatomischen oder experimentellen Untersuchungen liegen kann, so dürfte Anlass vorliegen zuzusehen, auf welchen Grundlagen unsere gegenwärtigen Ansichten von der Funktion dieser Körperchen zu stande gekommen ist.

Historischer Überblick.

Derjenige, der zuerst die Gedanken auf die nervöse Natur der lamellösen Körperchen lenkte, war in gewisser Weise bereits Vater, der zum ersten mal derartige Körperchen entdeckte (Dissertatio de consensu partium corporis humani, exposito simul nervorum brachialium et cruralium coalitu peculiari atque papillarum nervearum in digitis dispositione, quam praeside D. Abrahamo Vatero h. t. Academiae rectore pro gradu Doctoris exponet J. G. Lehmannus, Vittenbergae Novbr. 1741). Er nannte sie »Papillae nerveae« oder P. cutaneae, und man hat sich vor-

gestellt, »obgleich über die Funktion dieser Papillae nichts gesagt wird, als habe Vater sich darunter eigene Tast- oder Gefühlsorgane gedacht« (C. Strahl, Zu den Pacinischen Körperchen Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Med. 1848, S. 166).

Und als Pacini dann zeigte, dass wenigstens die Kapselhülle mit einem Nerven in Zusammenhang stand, nahm er auch nicht nur ihre nervöse Natur an, sondern auch dass sie wahrscheinlich kleine Ganglien im Dienste des Tastgefühls seien (Nuovo Giornale dei Litterati, T. XXXII, Pisa 1836, zitiert nach Key und Retzius, Stud. in d. Anat. d. Nerv. u. Bindegew. II, 1, S. 165). Obwohl demnach Pacini (ebenso wenig wie Vater) das eigentliche Verhältnis der Nervenfasern zu diesen Körperchen kannte, sprach er doch damals schon die Vermutung aus, dass sie eine Art Gefühlsorgane wären.

Später wiesen ja Henle und Kölliker, wie bekannt, den intimen Zusammenhang zwischen den fraglichen Körperchen und der dazugehörigen Nervenfaser nach, indem sie zeigten, dass der Achsenzylinder bis hinein in die Zentralpartie der Körperchen, »die Höhle der zentralen Kapsel«, wie sie sich damals dies vorstellten, sich fortsetzt und dort endigt (s. Henle und Kölliker, Über die Pacinischen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugetiere, Zürich 1844). Es ist aber wohl zu beachten, dass sie trotzdem sich dessen enthielten, ohne weiteres anzunehmen, die Körperchen seien Gefühlsorgane, weil sie Zusammenhang mit Nerven zeigten. Sie stellten statt dessen Experimente an. Und diese ergaben, was die Sensibilität der Körperchen betrifft, negative, obwohl nicht völlig beweisende Resultate. Die Experimente bestanden in vorsichtigem Durchschneiden und anderen Manipulationen an den Vater-Pacinischen Körperchen im Mesenterium von Katzen (angef. Arb., S. 37). Um möglicherweise vorhandene elektrische Eigenschaften der Körperchen festzustellen, worüber Pacini auch eine Andeutung gemacht hatte (F. Pacini, Nuovi organi,

scoperti nel corpo umano, Pistoja 1840), stellten sie gleichfalls Experimente an, wieder an Pacinischen Körperchen im Mesenterium von Katzen, und mit Hilfe eines »Bohnenbergerschen Elektrometers unter Anwendung eines Kondensators« (angef. Arb., S. 38). Auch diese ergaben keine sicheren Resultate. Sie wollten daher die Klarstellung der Funktionsfrage Forschern überlassen, »welche durch ihre Hilfsmittel und Erfahrungen in diesem Gebiet günstiger gestellt sind«, wobei sie jedoch die Vermutung aussprachen, dass die Körperchen, ihrem Bau nach zu urteilen, möglicherweise zunächst den elektrischen Organen bei den Fischen gleichzustellen sein dürften. Diese Untersuchung wurde dann von Strahl ausgeführt, der sich hierbei des in diesem Fall geeigneteren galvanischen Multiplikators bediente. Das Resultat aber war, »dass an den Vaterschen Papillen keine Elektrizität nachweisbar ist« (s. J. Müllers Arch. f. Anat. u. Phys. u. wiss. Med. 1848, S. 167 ff.). Und obwohl Palladino später (1866) diese Frage aufs neue zur Behandlung aufnahm und den Körperchen die Rolle von Induktionsapparaten oder elektrischen Multiplikatoren, »apparecchi induttori« oder »moltiplicatori elettrici inservienti alle funzioni tattili« (Rendiconto d. Acad. d. Scienze fisiche e mat. di Napoli, 1866, S. 47), zuzuteilen versuchte, so spricht doch Kölliker später überhaupt nicht mehr von der elektrischen Hypothese, wo er die Frage von der Funktion der Körperchen in der letzten Auflage seiner Gewebelehre 1889 wieder behandelt.

Wie Pacini, Henle und Kölliker u. a. war auch Herbst zu Beginn seiner Untersuchungen über die lamellösen Körperchen geneigt, sie als eine Art »Organe der tierischen Elektrizität« anzusehen; aber er ging später — auf Grund des reichlichen Vorkommens der Körperchen an der Hand und am Fuss sowie im Vogelschnabel — zu der Vermutung über, dass sie supplementäre Gefühlsorgane zur Beurteilung der Härte und Elastizität eines Gegenstandes, zur »Unterscheidung intensiverer

Druckeinwirkungen« usw. wären[1]). Ebenso soll Wagner (nach Krause, Die term. Körp., S. 56) »sich entschieden für die Annahme von peripherischen Empfindungsorganen erklärt« haben, aus welchen Gründen aber, wird nicht erwähnt. Leydig sagte es 1853 gerade heraus, dass wir »über die physiologische Bedeutung von den Vater-Pacinischen Körperchen irgend etwas Zuverlässiges nicht wissen«, aber er fügt schliesslich hinzu, dass »vorläufig nichts übrig bleibt, als sich durch Schlüsse per exclusionem ihre Funktion als Tastorgane vorzustellen« (s. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. V, Leipzig 1854, S. 85—86).

Ungefähr in demselben Sinne spricht sich W. Krause aus, als er in seiner »anatomisch-physiologischen Monographie« über »Die terminalen Körperchen« (1860) alles zusammenfasste, was man von den bis dahin bekannten Nervenendkörperchen (näml. den Vater-Pacinischen, Herbstschen, Krauseschen und Meissnerschen) wusste und glaubte. Er sagt, dass betreffs ihrer Funktion »zu erinnern ist, dass bei dem Mangel an umfassenden, experimentellen Untersuchungen es sich nur um die Zusammenstellung der zur Zeit als am meisten wahrscheinlich sich ergebenden Hypothesen handeln kann« (S. 176). Und auf dieser Grundlage legt er dann später den Körperchen eine ganze Reihe Funktionen bei. So z. B. sollen die von ihm entdeckten Endkolben sowohl Druck- als Temperaturempfindungen vermitteln, und den Vater-Pacinischen Körperchen wird die Vermittlung von Druckempfindungen und eines Teils des Allgemeingefühls zugeschrieben. Von den ersteren sagt er nämlich:

[1]) S. Göttinger Nachrichten 1851, Nr. 12, S. 169 und 170. Zugleich aber wollte er die Pacinischen Körperchen, die sich bei einigen Vögeln in der Zunge fanden, als — Geschmacksorgane deuten! Siehe S. 166. 167. Dass die Vater-Pacinischen Körperchen überhaupt „dem sensitiven Teil des Nervensystems angehören", hielt er vor allem „durch die häufigste Lage der Vater-Pacinischen Körperchen an muskelfreien (!) Körperstellen" für bewiesen (siehe S. 166). [Vergl. unten Rauber].

»Es ist wahrscheinlich, dass die Endkolben sowohl Druckempfindungen vermitteln infolge der Verschiebung der Nervenmoleküle von ihrer normalen Lagerungsstatt, als Temperaturempfindungen durch Spannungen infolge gesteigerter oder verminderter Ausdehnungen« (S. 178). Und für die Funktion der letzteren (Vater-Pacinischen) gibt er folgende Motivierung: »Da durch die tiefe Lage eine direkte Beziehung zum Ortsinn ausgeschlossen wird und auch die Temperatur dieser Organe merklich konstant sein dürfte, so bliebe nur übrig, Druckempfindungen oder aber einen Teil des gewöhnlich sogenannten Gemeingefühls durch sie vermittelt werden zu lassen. Letzteres ist von Bergmann versucht, indem derselbe eine gewisse Vorstellung von der Lage der Extremitäten u. s. w. im Raum überhaupt, also namentlich von Muskelgefühl an diese Körperchen anknüpfte, und insbesondere ihr Vorkommen im Mesenterium der Katze mit den kühnen und geschickten Sprüngen dieses Tieres in Verbindung brachte (S. 184—185).

Zur Erklärung der angenommenen Funktionen und der Reizung der peripheren Nervenendigungen stellt er weitere Hypothesen über die physikalischen, elektrischen und besonders chemischen Prozesse auf, die dabei möglicherweise sich in der Terminalfaser und besonders in dem Innenkolben abspielen. Siehe z. B. das eben angeführte Zitat von S. 178. Auch muss ich hier sein Räsonnement über die Kapselhülle der Körperchen wiedergeben, weil er darauf wichtige Schlüsse und Sätze gründet, die noch heutzutage wenigstens teilweise als gültig angesehen werden. Wo es sich um die Hülle der Endkolben handelt, sagt er: »Die Bindegewebshülle dient wohl zunächst als schützende Hülle« (S. 179). Wo aber von der Hülle der Vater-Pacinischen Körperchen die Rede ist, äussert er sich folgendermaßsen: »Diese Körperchen haben eine tiefe, geschützte Lage. Wenn ihre vielfältige Hülle auch noch zum Schutz, zur Abhaltung von aussen kommender Einwirkungen bestimmt wäre, so wäre es

kaum zu denken, wie überhaupt irgend eine solche noch auf diese Nervenenden stattfinden könne. Da nun die Analogie mit den übrigen Terminalkörperchen und namentlich mit den Endkolben der meisten Säugetiere, von denen sie anstatt einer Hülle eine sehr grosse Anzahl von solchen besitzen, ferner die gleichzeitige Entartung ihrer Nervenröhren mit denen der Tastkörperchen nach Nervendurchschneidungen sehr dafür spricht, dass auch in diesen Körperchen einfach sensible Nerven endigen, so würden die mit Flüssigkeit gefüllten Kapselsysteme als verstärkende Zuleitungs-Apparate aufzufassen sein, welche einesteils eine grössere Intensität der Empfindungen hervorbringen würde . . . . . anderenteils mit wenig Aufwand von Nervensubstanz einen grossen Raum nach allen Seiten hin empfindlich zu machen geeignet wären. Auf solche von elastischen Membranen gebildete, und mit inkompressibler Flüssigkeit gefüllte Säckchen würde vorzugsweise die oben erörterte Hypothese über die Funktion des Innenkolben Anwendung finden; vielleicht dürfte es auch von Wichtigkeit sein, dass, wenn die Vaterschen Körperchen annähernd regelmäfsige Ellipsoide sind, das knopfförmige Ende der Terminalfaser meistens in der Nähe des einen Brennpunktes zu liegen pflegt« (S. 183 und 184). Nun wendet er selbst ein: »Es würde sich jetzt fragen, ob irgend welche Eindrücke mittelst der Vaterschen Körperchen empfunden werden« (S. 184). Bald aber befindet er sich wieder in dem früheren Gedankengange. Er wendet sich noch anderen Hypothesen über die Funktion der Nervenendkörperchen und die Vermittlung der Hautsinne zu, fertigt sie aber als weniger wahrscheinlich im Vergleich mit den bereits dargestellten ab. — Als Krause später (1876), die neue Auflage von C. F. T. Krauses Anatomie herausgibt, erscheint ihm die Funktion der Nervenendkörperchen völlig klar. Und bezüglich der Vater-Pacinischen Körperchen äussert er sich hier auf S. 507—508: »Ihre Funktion ist durchaus nicht rätselhaft oder unbekannt:

sie sind Apparate, welche mechanischen Zug in hydrostatischen Druck umsetzen«. »Es sind Vorrichtungen, deren Zerrung unbestimmt lokalisierte sog. Gemeingefühlsempfindungen hervorruft; Kenntnis gibt von der Lage und Stellung der Glieder; von der Spannung der Ligamente (sog. Muskelgefühl); von stärkeren Kompressionen der Haut, deren Unterschiede für die dabei komprimierten oberflächlichen Nervenendigungen (z. B. Tastkörperchen) unmerklich werden (Drucksinn, zum Teil); endlich bei der Katze von der Belastung ihres Darmkanals durch dessen Inhalt, womit ein sicheres Springen dieses gewandten Raubtieres möglich wird.« Und wie er sich die Funktion der Vater-Pacinischen Körperchen im Verhältnis zu der der Meissnerschen »Tastkörperchen« denkt, erfahren wir aus der folgenden Bemerkung: »Für die Volar- und Plantarflächen ist es unzweifelhaft, dass Orts- und Temperaturempfindungen, sowie feinere Abstufungen schwächeren Druckes durch die Tastkörperchen, dagegen die Differenzen intensiverer Druckempfindungen — vermöge der Vaterschen Körperchen vermittelt werden« (s. W. Krause. Allgem. und mikr. Anatomie, 1876, S. 514). Wie man sieht, haben sich die Vermutungen betreffs der vermeintlichen Funktion als Gefühlsorgane nunmehr in sichere Sätze verwandelt.

In der Zeit zwischen 1860 und 1876 waren gleichwohl keine Erfahrungen gewonnen worden, die zu so ihrer Sache sicheren Aussprüchen hätten berechtigen können. Hoyer, Ciaccio u. a. hatten verschiedene Einzelheiten in der Struktur der Vater-Pacinischen Körperchen klargestellt; Palladino hatte (1866), wie oben erwähnt, die Ansicht ausgesprochen, dass die Vater-Pacinischen Körperchen in der Hand und im Fuss des Menschen eine Art Induktionsapparate oder elektrische Multiplikatoren seien, welche den Tastfunktionen dienen (s. Rend. d. Acad. d. S. f. e. m. di Napoli, 1866, S. 47): und Rauber hatte 1865 und 1867 eingehend eben dieselben Körperchen



Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.

Fig. 1.

n.

bdv.

bdv.

ik.

t.

n²

t.

Fig. 2.



Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden. Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz Würzburg.

studiert, im besonderen das Verhältnis der Terminalfaser und des Innenkolbens in ihnen und das Vorkommen der Körperchen an verschiedenen Stellen, wobei er betont hatte, dass sie stets in irgend einem Zusammenhang mit Muskeln liegen [1]). Er nahm daher an, dass sie im »Dienst des Muskelsinnes« (und des Schmerzsinnes in Muskeln) stehen.

Gleichzeitig mit den eben angeführten Äusserungen von Krause hatten Key und Retzius ihr grossartiges monographisches Werk: »Studien über die Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes«, Stockholm 1876 veröffentlicht. In diesem werden mit grosser Genauigkeit die verschiedenen Gewebsbildungen geschildert, welche die Nerven zusammensetzen, und u. a. auch die Struktur der lamellösen Körperchen, womit viele Nerven endigen; auf die vielen vermuteten, oder nach einigen zu jener Zeit sichergestellten Funktionen dieser Körperchen lassen sie sich überhaupt nicht ein!

Es kamen dann 1882 die in der Sinnesphysiologie epochemachenden Entdeckungen von Magnus Blix. Durch genaue experimentelle Untersuchungen fand er, dass nicht nur die Druck- und Temperaturempfindungen von bestimmten verschiedenen Stellen der Haut ausgelöst werden, sondern auch dass von den letzteren die Wärmeempfindungen auf gewissen isolierten Punkten und die Kälteempfindungen auf anderen von den ersteren bestimmt verschiedenen Punkten ausgelöst werden (Siehe Experimentella bidrag till lösning af frågan om hudnervernas specifika energi, Upsala Läkaref:s Förh., Bd. 18 (1882—83), S. 92, 99, 100; 434, 435 u. a., oder in Zeitschr. f. Biol., Bd. 20 (1884), S. 146, 153, 155 und Bd. 21 (1885), S. 153, 154

[1]) Siehe A. Rauber: Vatersche Körper der Bänder- und Periostnerven und ihre Beziehung zum sogenannten Muskelsinn. Inaug.-Diss., Neustadt a. H. 1865, S. 37 und Derselbe: Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung der Vaterschen Körper, München 1867. Vgl. oben Herbst, welcher betont hatte, dass sie an muskelfreien Stellen liegen!

u. a.). Durch diese Entdeckungen wurde ja zu voller Evidenz die Unrichtigkeit der Vermutung erwiesen, dass die Krauseschen Endkolben sowohl Druck- als Temperaturempfindungen vermitteln könnten, wie auch der Vermutung, dass die Meissnerschen Körperchen sowohl Orts- als Temperaturempfindungen vermittelten.

Was zunächst den Drucksinn betrifft, so zeigte Blix, dass an den haarbewachsenen Stellen der Haut die Lage der Druckpunkte im allgemeinen mit der der Haarpapillen zusammenfällt, (siehe z. B. Nagel, Handbuch d. Phys. d. Menschen, Bd. 3, I, S. 653). Die neuen Entdeckungen machten daher eine völlig neue Lokalisierung der verschiedenen Gefühlsarten, eine Zuweisung derselben an andere Nervenendorgane als bisher notwendig. Blix Angaben wurden später von v. Frey u. a. bestätigt (s. M. von Frey: Beiträge zur Sinnesphysiologie der Haut, in Ber. d. math.-phys. Klasse d. k. Sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig, 1894, 2/7. S. 190 und 196; 3/12, S. 287, 288). An der letztangeführten Stelle äussert v. Frey: »Die Haare des Körpers müssen daher ganz allgemein . . . als Sinnesapparate, speziell als Organe des Drucksinnes aufgefasst werden«.

Blix zeigte aber auch, dass hier und da zwischen den Haarpapillen einzelne Druckpunkte angetroffen werden können, recht viele auf dem Handrücken, dann spärlicher je weiter die Untersuchung am Arme hinaufgeht; dagegen fand er überhaupt keine auf dem Oberbein (s. Upsala Läkaref:s Förh., Bd. 18, (1883), S. 437, oder Zeitschr. f. Biol., Bd. 21, (1885), S. 157). Ausserdem fanden sich Druckpunkte auf den nicht haarbewachsenen Gebieten der Haut. Als vermittelnde Organe für die Druckempfindungen auf diesen Gebieten nahm Blix an, dass an manchen Stellen möglicherweise rudimentäre Haarpapillen vorlägen (s. die angef. Arbeiten, S. 437 bezw. S. 157), oder dass an anderen Stellen die Meissnerschen Körperchen als Drucksinnesorgane dienten, denn »die Reizbarkeit auf den Teilen der

Haut, wo die Meissnerschen Körperchen vorkommen, ist um viele Male grösser als auf den übrigen Teilen der Haut« (angef. Arb., S. 436, bezw. 156). Und v. Frey kam der Hauptsache nach zu denselben Untersuchungsresultaten (s. Ber. d. Ges. d. Wiss. zu Leipzig, 3/12 (1894), S. 289) und bekennt sich auch zu derselben Ansicht bezüglich der Meissnerschen Körperchen: »Dort wo die Haare fehlen, können nur die nach Meissner benannten Tastkörperchen als die Organe des Drucksinnes in Betracht kommen«, und als Stütze hierfür fügt er hinzu: »Ihre von dem Entdecker untersuchte räumliche Ausbreitung entspricht den aus den Versuchsergebnissen aufzustellenden Forderungen« (siehe angef. Arb. (1894), S. 296).

Während der 10 Jahre, die seitdem verflossen, ist das Studium der Morphologie der lamellösen Nervenendkörperchen in ziemlich bedeutendem Grade gefördert worden, vor allem durch neue Färbungsmethoden, wie die vitale Methylenblaufärbungs- und die Cajalsche Nervenfibrillen-Silberfärbungsmethoden. Verschiedene Struktureinzelheiten besonders betreffs der Terminalfaser und des Innenkolbens sind hierbei klargestellt worden, und neue Fragen haben sich erhoben, wie z. B. nach dem Verhältnis zwischen den feinen Nervennetzen, die nicht nur an der Oberfläche der Körperchen und im Innenkolben, sondern auch in der dazwischen liegenden Kapselhülle angetroffen werden, und die Frage nach der (sympathischen?) Natur aller dieser Netze. Bezüglich der Funktion der Körperchen sind aber noch dieselben Annahmen wie früher allgemein üblich, dass nämlich die Meissnerschen Körperchen nebst den Haarfollikeln die Empfindungen von oberflächlicherem Druck und die Vater-Pacinischen die von tieferem Druck vermitteln. Noch im Jahr 1900 gibt nämlich v. Frey dem ersten Teile dieser Annahme, nur sicherer wie früher, Ausdruck: »On peut regarder comme certain que les corpuscules de Meissner et la couronne nerveuse du bulbe des poils sont des organes homologues dans leur

mode de fonctionner« (siehe v. Frey und Fr. Kiesow, Sur la fonction des corpuscules tactiles, in Arch. ital. de Biol., Tome 33 (1900), S. 225 und 228). Und was den letzteren Teil der Annahme betrifft, so hat Ruffini, um den verschiedenen Qualitäten des Drucksinnes Genüge zu tun, die lamellösen Körperchen in eine Serie nach ihrer Tiefenlage geordnet und auf Grund dessen die Rollen folgendermafsen verteilt: die Empfindungen leichteren Drucks werden von den Meissnerschen Körperchen vermittelt, die mittelstarken Druckes von den Golgi-Mazzonischen, die starken, tiefen Druckes von den Vater-Pacinischen Körperchen. Ruffini sagt nämlich gelegentlich der Golgi-Mazzonischen Körperchen folgendes: »la loro posizione piuttosto profonda nella cute fa sospettare, con una qualche speranza di cogliere nel segno, che possano essere deputati a percepire quelle sensazioni tattili per avvertire le quali ci è d'uopo esercitare una mediocre pressione sui corpi esterni« och i fortsättningen: »Verrebberro così ad essere organi tattili intermedî fra quelli del Meissner, che ci avvertono delle leggerissime e superficiali sensazioni tattili, e quelli del Pacini, che ci fanno avvisati di quelle sensazioni tattili le quali vengono percepite solo o quando noi comprimiamo piuttosto fortemente i corpi del mondo esterno, o quando questi corpi comprimono piuttosto fortemente la superficie del nostro corpo. Così verremmo ad avere tre qualità di organi tattili: superficiali, medî e profondi, per le rispettive qualità di sensazioni«. (A. Ruffini, Di un nuovo organo nervoso terminale e sulla pres. dei corp. Golgi-Mazzoni nel connettivo sottocut. dei polpastrelli d. dita dell'uomo, Roma 1894, S. 16).

Was ferner den Temperatursinn angeht, so wurde durch Blix Untersuchungen, wie erwähnt, bewiesen, dass die Wärme- und die Kältepunkte von einander und von den Druckpunkten deutlich verschieden sind. Die Temperatur- und die Druck-

empfindungen konnten demnach nicht von demselben Organ den Krauseschen Endkolben, vermittelt werden. Man erhielt nun in den Haarkränzen, sowie den Meissnerschen, Golgi-Mazzonischen und Vater-Pacinischen Körperchen geeignete Drucksinnesorgane. Der Temperatursinn, die Wärme- und die Kälteempfindungen blieben also übrig. Als Organe für diese nahm man da an: die Ruffinischen Körperchen für die ersteren und die Krauseschen Endkolben für die letzteren, sodass diese also die Kältesinnesorgane darstellen sollten. Dieser letzten Annahme legte man folgendes Räsonnement zu Grunde: »Durch ihr Vorkommen in Conjunctiva und Glans penis, wo die Druckempfindung fehlt, erweisen sich die Endkolben als Temperaturorgane. Durch Dogiels schöne Untersuchungen ist bekannt, dass sie besonders dicht in dem Randteil der Cornea zu finden sind. Gerade dort fehlt aber die Warmempfindung: Die Endkolben sind daher wahrscheinlich die Organe der Kaltempfindung«. v. Frey fügt jedoch hinzu: Ich verkenne natürlich nicht, dass der Versuch, anatomische und sinnesphysiologische Erfahrungen nach statistischer Methode miteinander in Beziehung zu setzen, nur Wahrscheinlichkeiten, keine sicheren Schlüsse zu Tage fördern kann« (siehe v. Frey, Ber. d. math. Kl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig, 1895, S. 181—182 u. 184).

Indessen hat es nicht völlig an solchen gefehlt, die diese Annahmen bezweifelt und ihnen widersprochen haben. So erklärte Merkel (1880)[1]), wo er von der physiologischen Funktion der Nervenendigungen in der Haut spricht, dass sie »verschieden gebaut sind nach der topographischen Lage, aber nicht nach der physiologischen Funktion«, und dass »es augenscheinlich nur

[1]) Fr. Merkel, Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere, Rostock 1880: nach Zitat von Szymonowicz in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 45, (1895) S. 124.

entwicklungsgeschichtliche, niemals physiologische Ursachen sind, welche die Form der Nervenendigungen bedingen«.

Ebenso haben wir im Vorbergehenden gesehen, dass Henle und Kölliker, obwohl es ihnen bei ihrer gemeinsamen Untersuchung (1844) gelungen war zu zeigen, dass die Nervenfasern bis in die Vater-Pacinischen Körperchen hinein verliefen, doch nicht daraus den Schluss zogen, dass die Körperchen Gefühlsorgane seien. Und noch 1889, als Kölliker die letzte Auflage seiner Gewebelehre herausgab, lagen seines Erachtens Gründe nicht vor, die ihn hätten bewegen können, die Lehre von der sensiblen Funktion der Endkörperchen auch nur in der Form zu akzeptieren, zu der sie sich im Laufe der Jahre entwickelt hatte. Bestimmt will er bestreiten, dass alle Nervenendkörperchen spezifische Sensationen vermitteln sollten. Er weist z. B. darauf hin, dass die Wärme-, Kälte- Druck- und Schmerzpunkte, die durch Blix' und Goldscheiders Untersuchungen nachgewiesen worden waren, über die ganze Hautfläche zerstreut vorhanden sind, dass aber von sensiblen Endapparaten nur die Gefühlszellen und die freien Nervenendigungen im Epithel ein ebenso allgemeines Vorkommen zeigen, während dagegen andere Nervenendkörperchen, wie die Pacinischen Körperchen, die Tastkörperchen, die Endkolben ein viel beschränkteres Verbreitungsgebiet haben. Er ist daher aus diesem und anderen Gründen geneigt, die spezifischen Sinnesenergien nicht von verschiedenen peripheren, sondern verschiedenen zentralen Endapparaten abzuleiten, gibt aber die Möglichkeit zu, dass die verschiedenen Endapparate, wo sie vorkommen, innerhalb der spezifischen Energien quantitative Abstufungen vermitteln können (Kölliker, Handb. d. Gewebelehre, Bd. I, 1889, S. 188).

Ausser diesen direkt ausgesprochenen Zweifeln sind auch im Laufe der Jahre eine Reihe anderer Deutungen von der Natur der Vater-Pacinischen Körperchen vorgebracht worden: 1843 kam Lacauchie zu dem Schluss, dass sie zu den Lymph-

gefässen gehörten, da der »zentrale Kanal« der Körperchen sich in ein solches Gefäss zu eröffnen schien, und nahm an, dass sie einen Stoff absonderten, mit dem der Chylus sich mischte (M. Lacauchie, Note sur de nouveaux organes appartenant au système chylifère des mésentères, in Compt. rend., Paris 1843, T. 17, S. 983—984). 1844 sprach Mayer die Ansicht aus, dass sie eine Art Drüsen seien (C. J. Mayer, Die Pacinischen Körper, Bonn 1844, nach Key und Retzius, a. A., S. 166). Von anderen hielt z. B. Will sie für periphere Ganglien (J. G. Will, Sitz. Ber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien, 1850, Bd. IV, S. 225), Arndt für umgewandelte Gefässnervenendigungen (R. Arndt, Was sind Pacinische Körperchen?, Virch. Arch., Bd. 65, 1875, S. 131—137), usw. Alle diese Ansichten haben jedoch weniger Beachtung gefunden und keinen sonderlichen Einfluss auf die allgemeine Vorstellung dieser Körperchen als Drucksinnesorgane ausgeübt.

Aus dieser Erörterung geht hervor, dass die heute üblichen Ansichten von den betreffenden Körperchen in der Weise entstanden sind, dass wenn man ein Nervenendkörperchen gefunden, man im allgemeinen ohne weiteres angenommen hat, dass es ein Gefühlsorgan sei, um ihm dann die Art oder gar die Arten von Gefühlen, die eventuell auf demselben Gebiet vorhanden waren, zuzuweisen. Und hatte man andererseits eine Art von Sinnespunkten oder verschiedene Sinnesqualitäten auf einem Gebiet gefunden, so hat man nach Nervenendkörperchen gesucht, die den ersteren vielleicht entsprechen könnten. Und bei diesem Zusammenstellen der Gefühlsarten und der Gefühlsorgane hat man sich durch äusserst schwache Gründe bestimmen lassen: Vater und Pacini machten ihre Annahmen von der Funktion der lamellösen Körperchen als Gefühlsorgane nur auf Grund

ihres Zusammenhangs mit einem Nerven, Herbst u. a. auf Grund ihres reichlichen Vorkommens an manchen empfindlichen Stellen, Leydig »durch Schlüsse per exclusionem«, Krause auf Grund »einer Zusammenstellung der zur Zeit als am meisten wahrscheinlich sich ergebenden Hypothesen« usw. Und wenn schliesslich Ruffini die anatomische Unterlage für die verschiedenen Qualitäten des Drucksinnes ausfindig machen wollte und zu diesem Zweck die Serie: die Meissnerschen Körperchen als Vermittler für den leichtesten, oberflächlichsten Druck, die Golgi-Mazzonischen für den mittelstarken und die Vater-Pacinischen für den starken, tiefen Druck zusammenstellte, so war sein Bestimmungsgrund dabei nur die verschiedene Tiefenlage der Körperchen. Usw. Vom ersten Augenblick an sind demnach unsere Ansichten von der Funktion der lamellösen Nervenendkörperchen lediglich auf lose Annahmen ohne jede Spur eines Beweises gebaut gewesen! Und als dann Blix' Entdeckung verschiedener Druck-, Kälte- und Wärmepunkte die Ansicht von den anfänglich supponierten Doppelfunktionen der Körperchen unhaltbar machte und man deswegen die Rollenverteilung zu Einzelfunktionen umänderte, gründete sich auch diese neue Spezialisierung immer noch auf lose Annahmen.

Stellen wir nun diese Erörterung der Art und Weise, wie die übliche Vorstellung von der Funktion der lamellösen Körperchen entstanden, mit den Resultaten der genauen anatomischen und experimentellen Untersuchungen über diese Körperchen im Peritoneum parietale — dass sogar an den Stellen des Peritoneums, wo deutliche derartige Vater-Pacinische und Krausesche Körperchen vorkommen, doch keine Druck- und Temperaturempfindung vorhanden ist — zusammen, so scheint es mir unmöglich, noch weiter an der alten Vorstellung von diesen Körperchen als Druck- und Temperatur-Sinnesorganen festzuhalten, vielmehr liegen offenbar die stärksten Gründe vor, diese Ansicht aufzugeben und die Frage nach der

wirklichen Natur und dem Wesen der Körperchen aufs neue in Angriff zu nehmen.

In einem späteren Aufsatz hoffe ich Resultate einiger Untersuchungen mitteilen zu können, welche diese Körperchen und ihre Bedeutung in ein ganz anderes Licht stellen.

Zusammenfassung.

Aus den oben beschriebenen Untersuchungen geht also hervor:

1. dass die lamellösen Endkörperchen, die im Bauchfell vorhanden sind, nicht gleichförmig über die Peritonealfläche verteilt, sondern dass sie in Gruppen angeordnet sind, die an den Eintrittsstellen der Nerven ins Peritoneum liegen;
2. dass die Nervenfasern, die durch derartige Nervenendkörperchen abgeschlossen werden, verhältnismäfsig kurz, grob und in den meisten Fällen rekurrent sind, während die übrigen Nervenfasern im Peritoneum einen sehr weit ausgedehnten und weit verzweigten Verlauf zeigen;
3. dass die Nervenendkörperchen ihrem Bau nach einen ausserordentlichen Variationsreichtum aufweisen, von den einfacheren Typen der Nervenendkolben bis zu vollentwickelten Vater-Pacinischen Körperchen nebst einer Menge Zwischenformen;
4. dass die Körperchen neben diesen topographischen und morphologischen Charakteren die Eigentümlichkeit aufweisen, dass sie überhaupt nicht auf einfache Berührung der Peritonealfläche reagieren und zwar ob die Unter-

suchungsinstrumente bei Körpertemperatur gehalten oder stark erwärmt oder stark abgekühlt werden;

5. endlich, dass es unter solchen Umständen mir unmöglich scheint, noch weiter an der üblichen Vorstellung von der Natur der lamellösen Körperchen als Organe für die Auffassung von Druck und Temperatur festzuhalten, und das um so mehr als eine Prüfung der hierhergehörigen Literatur zeigt, dass die Ansicht von der sensiblen Natur derselben sich lediglich auf unbegründete Annahmen stützt.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 27/28.

Lamellöse Nervenendkörperchen aus der Subserosa des Peritoneum parietale eines ausgetragenen Kindes.

Präparation: Vitale Methylenblaufärbung und dann Fixierung mittels pikrinsauren Ammoniums und Nachbehandlung in pikrinsaurer Ammoniak-Glyzerin-Mischung.

Zeichnung: Bei Anwendung von Mikroskop und Abbés Camera:

a, b, u: 150fache Vergrösserung;

f, g, l: 125fache Vergrösserung;

h, i, k, die oberen: ca. 62fache,

die unteren: ca. 125fache Vergrösserung;

r, s, t: 100fache Vergrösserung.

Die groben Striche in Fig. f, g, h, i, k, l geben die Faserrichtung der darunterliegenden Transversus-Aponeurose an.

Die unteren Figuren h, i, k sind Vergrösserungen (2 : 1) von den oberen Der Nerv N geht bei n weiter, ist jedoch viel stärker als n vergrössert.

Tafel 29/30.

Lamellöse Nervenendkörperchen

e^1, e^2, x, y, z, $ä^1$, $ä^2$ aus der Subserosa,

α^1, α^2, δ^1, δ^2, λ aus der Serosa des Perit. parietale

eines ausgetragenen Kindes.

Präparation: Siehe Tafel 1/2.

Zeichnung: Bei Anw. von Mikroskop und Abbés Camera:

e^1, e^2 die äusseren: 62fache,

die inneren dazwischen liegenden: 125fache Vergrösserung;

diese letzteren sind Vergrösserungen (2 : 1) von den äusseren.

x, y, z, $ä^1$, $ä^2$, sowie auch α^1, α^2, δ^1, δ^2, λ 150fache Vergrösserung.

Tafel 31.

Lamellöse Nervenendkörperchen aus der Serosa des Peritoneum parietale eines ausgetragenen Kindes.

Präparation: Siehe Tafel 1/2.

Zeichnung: Bei Anwendung von Mikroskop und Abbés Camera: Die Vergrösserung ungefähr 150fach.

Tf. Prtn.: Ein grosser in der Subserosa verlaufender Nerv, der bei * einen oberflächlichen Peritonealnerven abgibt. Er ist so tief unter dem Niveau der übrigen Bildungen dieser Figur gelegen, dass er erst bei starker Senkung des Tubus sichtbar wird.

Obfl. Prtn.: Ein markhaltiger Nervenzweig, der in flacher Spiralentour in die Serosa heraufkommend in Fasern zerfällt, die in verschiedener Weise enden.

γ^1, γ^2: Lamellöse Nervenendkörperchen.

Gf.: Gefäss in der Serosa verlaufend.

Gfn.: Gefässnerv.

Tafel 32.

Vater-Pacinische Körperchen aus dem Peritoneum parietale eines ausgetragenen Kindes.

Präparation: In der Sihlerschen Mazerationsflüssigkeit ca. 5 Monate, dann in Glyzerin ca. $1^1/_2$ Jahre; sodann sind die bei der Dissektion des Präparates unter Wasser und bei Lupenvergrösserung gefundenen Vater-Pacinischen Körperchen herausgelesen und auf Glas in Glyzerin zum Zweck des Studiums unter dem Mikroskop aufgelegt.

Zeichnung: Unter Mikroskop und Abbés Camera; die Vergrösserung mehr als 100fach.

Fig. 1. Zwei Vater-Pacinische Körperchen aus dem Perit. pariet. hinter dem M. rectus in gleicher Höhe mit dessen am meisten kaudalen inscriptio tendinea.

ik.: Der Innenkolben.

t.: Die Terminalfaser.

bdv.: Die Kerne des Bindegewebes, das die Körperchen umgibt.

n.: Ein Nervenzweig, dem das kleine Körperchen aufsitzt; er ist einmal herumgedreht worden.

n^2: Ein kleiner Nerv, der sich von dem zu den Körperchen gehörigen Nerven abgespaltet hat.

Fig. 2. Ein Vater-Pacinisches Körperchen aus dem Peritoneum parietale des Diaphragmas eines ausgetragenen Kindes.

Aus dem Laboratorium der otolaryngologischen Klinik und Poliklinik (Prof. Siebenmann) in Basel.

Die Blutgefässe im häutigen Labyrinthe des Hundes.

von

Dr. K. Asai,
Kyoto, Japan.

Hierzu die Tafeln 33/36.

In Bezug auf die Vaskularisation des häutigen Labyrinthes der Säugetiere sind die vergleichend-anatomischen Forschungen noch mangelhaft. Seit Siebenmann (1) durch seine Untersuchungen die Gefässversorgung des menschlichen Labyrinthes vollständig klargelegt hat, sind allerdings einige Arbeiten erschienen über die Vaskularisation des Labyrinthes beim Tiere. Dieselben stammen von Shambaugh (7) und betreffen drei Huftiere, das Schwein, das Schaf und das Kalb. Ferner hat Hopmann jun. (4), der 1904 im Basler otolaryngologischen Institut hierüber arbeitete, anlässlich der Naturforscherversammlung in Breslau 1904 eine kurze Schilderung der Vaskularisationsverhältnisse des Meerschweinchenlabyrinthes geliefert unter Vorlegung entsprechender Präparate und Zeichnungen. Ich habe in der vorliegenden Arbeit auf Anregung meines Lehrers Professor Siebenmann in Basel die Raubtiere und zwar speziell das Labyrinth des Haushundes zum Gegenstand eingehender Untersuchung gemacht.

Da die Technik der Injektion der Blutgefässe des Gehörorgans eine bedeutende Übung erfordert und manche vergebliche Versuche vorausgehen mussten, so war es für mich wichtig, ein so leicht zu erlangendes Haustier wie den Hund verwenden zu können. Die erhaltenen Resultate sind zudem geeignet, auch die Übergangsformen der Vaskularisation zwischen den Primaten und Nagern einerseits und den Huftieren andererseits zu erklären, indem in der Entwickelungsreihe der Säugetiere die Carnivoren auf einer höheren Stufe stehen als die Huftiere. Die Anordnung der Blutgefässe im inneren Ohre dieser überall bekannten gewöhnlichen Haustiere, deren Gehörsinn besonders stark entwickelt zu sein scheint, selbst bis in die kleinsten Details kennen zu lernen, hat mein hohes Interesse gesteigert.

Doch schien es mir noch aus anderen Gründen wichtig, die Verbreitungsweise der Blutgefässe im Labyrinth genauer zu erforschen. Denn die Untersuchungen der genannten Autoren über die Art und den Verlauf der arteriellen und venösen Hauptstämme haben zu auffallenden Abweichungen unter sich geführt und stehen teilweise auch im Gegensatz zu den Forschungsergebnissen, welche Siebenmann beim menschlichen Labyrinth gewonnen hat. So wird z. B. von Shambaugh behauptet, das grosse, chirurgisch und entwickelungsgeschichtlich ziemlich wichtige Gefäss des Vestibulum, die V. aquaeductus vestibuli des Menschen sei bei den Tieren nicht vorhanden. Ferner hat der nämliche Gelehrte bei seinem Materiale die um die Spindel der Schnecke verlaufende V. spiralis anterior und die durch den inneren Gehörgang austretende V. auditiva interna nicht konstatieren können. Die Verlaufsweise der V. vestibuli posterior scheint ausserdem bei einzelnen Spezies nicht immer gleich zu sein. Was die Arterien betrifft, sind die Ansichten schwankend, wenn auch ein gemeinsamer Typus hier ziemlich sicher angenommen werden kann. Beim Menschen findet man konstant einen Ast der A. vestibulo-cochlearis in der Schnecke als eine verhältnismäfsig bedeutende Arterie, während sie von Shambaugh bei den Tieren vermisst wird. Ebenso mannigfaltig wird das Versorgungsgebiet des Astes der A. cochleae propria beschrieben. Die Resultate der sorgfältig ausgeführten Untersuchungen, welche Hopmann bei den Nagetieren erzielt hat, stimmen dagegen viel besser überein mit den beim Menschen gefundenen Verhältnissen. Um solche streitige Fragen zu lösen und möglicherweise auch andere bisher nicht bekannte Tatsachen festzustellen, habe ich eine grosse Reihe von jungen und alten Hunden nach dieser Richtung hin untersucht und dabei dreissig total oder partiell verwendbare Korrosionspräparate des häutigen Labyrinthes mit den injizierten Gefässen gewonnen.

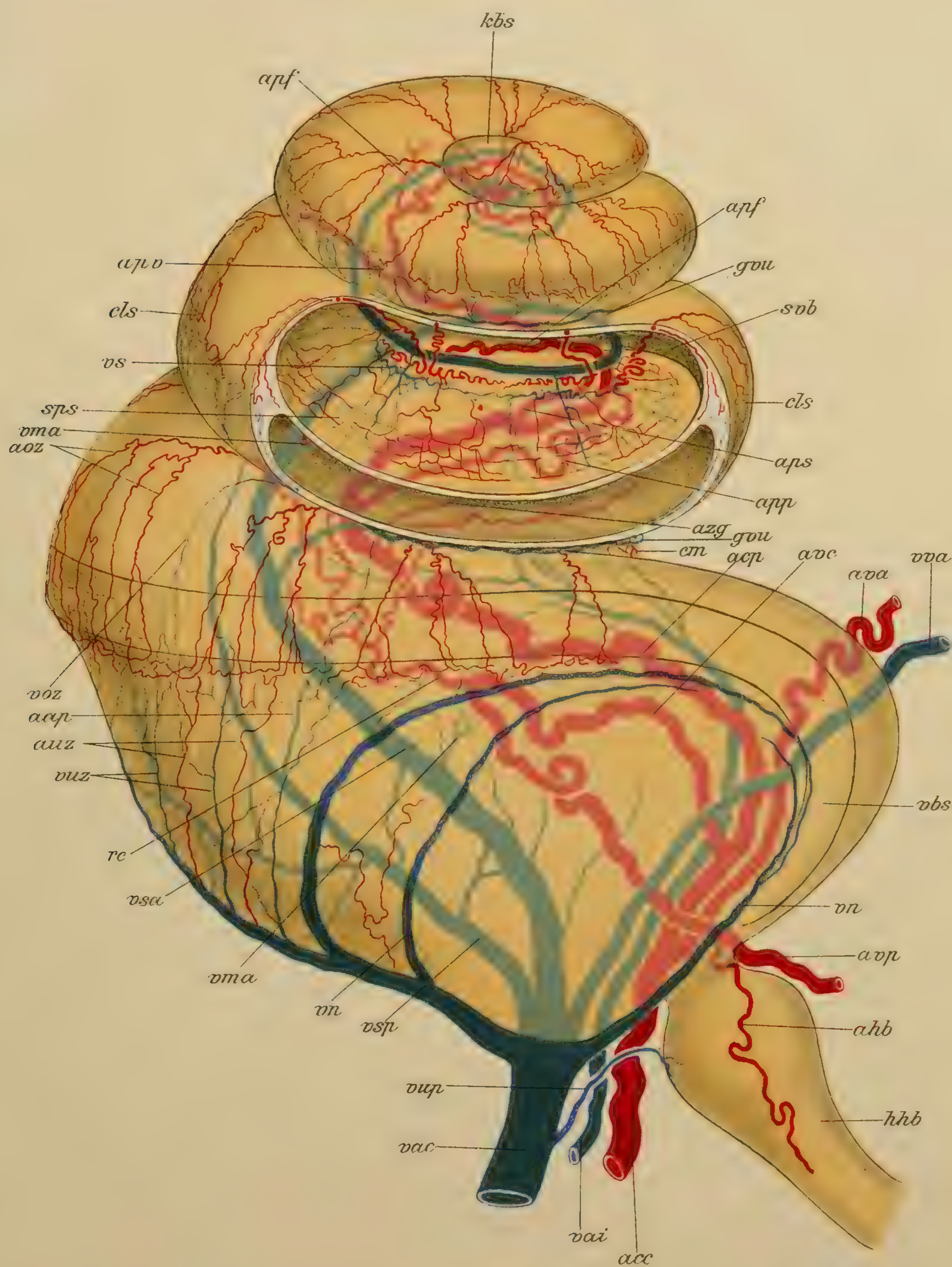


Rechtes Vestibulum.

Ansicht von unten, aussen, vorn.　　　ca. $\frac{65}{1}$

Dressler delin.

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.　　　Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.



Linke Schnecke.

Ansicht von unten, vorn. ca. $\frac{65}{1}$

Dressler delin.

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden. Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.

Technik.

Die Untersuchungen an gewöhnlichen mikroskopischen Schnittserien, welche Schwalbe (5) u. a. zum Studium der Zirkulationsverhältnisse der Schnecke verwendeten, haben in manchen Teilen die komplizierten Verhältnisse der Gefässverteilung nicht zu klären vermocht. Auch die plastische Rekonstruktion, insbesondere die Plattenmodellierung, so weit und so oft ich sie bis jetzt nach den Vorschriften der verschiedenen Autoren versucht habe, liess mich im Stich, sobald die feinsten Verteilungen der Blutgefässe in Frage kamen, sodass ich mich mit der Kenntnis der grösseren Gefässe begnügen musste. Die Modelle, welche Schönemann (8) in der 78. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart demonstriert hatte, zeigten uns auch bloss die grösseren Gefässe der Schnecke und des Vestibulum. Viel schönere, sichere und zweckmäfsige Bilder gewinnt man vermittelst der mit der farbigen Masse injizierten und dann korrodierten Celloidinausgüssen, — ein Verfahren, welches von Eichler (6) entdeckt und nachher von Siebenmann modifiziert und vervollständigt wurde. Ich habe daher meine diesmaligen Untersuchungen ebenfalls nach dieser Methode vorgenommen.

Vor allem wichtig ist die mikroskopische Beschaffenheit der Injektionsmassen. Von dem Grade ihrer Feinheit hängt das Resultat der Untersuchungen ab. Nach dem Beispiel Siebenmanns gebrauchte ich die 2—6 %ige, wässerige Berlinerblaulösung. Der Farbstoff muss immer vollkommen gelöst sein. Hat man kein lösliches Berlinerblau, so kann man es sich nach Ranvier (9) in folgender Weise beschaffen: Man giesse gelbes Blutlaugensalz und Ferrosulfat in bestimmten Proportionen zusammen; es bildet sich ein Niederschlag von unlöslichem Berlinerblau; man filtriere die Flüssigkeit und die blaue, pulverige

Masse bleibt auf dem Filter; nun wasche man die auf dem Filter gebliebene Masse mit Wasser, bis das Filtrat blau gefärbt erscheint; das unlösliche Berlinerblau ist nun löslich. Das käufliche wasserlösliche Berlinerblau Ia von Grübler in Leipzig ist ebenfalls zu empfehlen. Was die Injektionsstelle für das Labyrinth anbelangt, so kann man die Carotis interna, die A. vertebralis, die A. basilaris, die V. jugularis und auch die A. umbilicalis wählen, doch habe ich der Bequemlichkeit halber immer von der Aorta thoracica aus injiziert, nachdem ich ihre herzwärts und nach den Unterextremitäten zu verlaufenden Äste unterbunden hatte. Das Tier, welches mit Chloroform getötet und sofort auf die Platte gebracht wurde, ist noch warm genug bei der Operation, und man braucht es nicht besonders zu erwärmen. Die Menge der warmen, durch Bürette und Heber, nicht durch die Spritze in das Gefäss einzutreibenden Berlinerblaulösung beträgt beim Hunde in der Regel 800 bis 1200 ccm, bis als äusseres Zeichen einer gelungenen Injektion die Conjunctiva und die Zungenunterfläche des Tieres sich dunkelblau färben. Alles übrige, die technische Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit, und was zu Injektionen sonst notwendig ist, z. B. die Kontrolle des Druckes und der Geschwindigkeit der Einströmung, das Vermeiden des Eindringens von Luft in das Gefäss usw. darf hier nicht fehlen, wenn man tadellose Präparate erhalten will [siehe Hyrtl (10) und Weigert (11)]. Nachdem man den injizierten Hund fast einen Tag lang an kaltem Orte mit geschlossener Aorta an dem Bein aufgehängt hat, trennt man nun zuerst den Kopfteil von der Leiche und präpariert aus dem Felsenbein einen dem Labyrinth entsprechenden Würfel, dessen längster Durchmesser durchschnittlich ca. 20 mm beträgt. Dieses Präparat legt man 4—8 Tage in 10%ige Formol- oder Formol-Müllerlösung (10% Formol, Müllersche Flüssigkeit $\overline{aa}$), wäscht es aus und überträgt es dann in 80%igen Spiritus. Bezüglich

der weiteren Behandlungsweisen sind wir der Methode von Siebenmann (12) möglichst treu geblieben; natürlich verlangen die einzelnen Prozeduren bei dem kleinen Präparate des Hundes kürzere Zeit als bei Menschen, d. h. 80 % Alkohol 3 Tage, 96 % Alkohol 1 Tag; dünnere Celloidinlösung 7 Tage, dickere Celloidinlösung 5 Tage, Eindicken 3 Tage, 80 % Alkohol 3 Tage; Wegpräparieren der äusseren Celloidinschicht, 10 % Salpetersäure 3 Tage, rohe Salzsäure und ein wenig Wasser 15—20 Tage, Auswaschen und Isolieren des Labyrinthausgusses unter der binocularen Lupe von Zeiss; Einlegen des Präparates in 75 % Alkohol 1 Tag, 96 % ½ Stunde, schliesslich Kreosot und Aufbewahren des Ausgusses in Glasdosen, welche mit Damar-Toluol oder Damar-Xylol unter Beigabe einiger Tröpfchen Terpentinöl gefüllt werden. Zu den Untersuchungen der auf die oben erwähnte Weise verfertigten Celloidin-Korrosionspräparate ist das stereoskopische Mikroskop unschätzbar, man erhält durch kein anderes Instrument so klare körperliche Anschauungen von den wirklichen Verhältnissen der wunderschönen Vaskularisation des inneren Ohres.

Die folgenden Beschreibungen sind die Ergebnisse meiner anatomischen Untersuchungen:

A. Arterien.

Der gemeinschaftliche Stamm, A. cochleae communis, teilt sich wie beim Menschen am Fundus des inneren Gehörganges in drei bald dicht aneinander, bald in weiteren Abständen verlaufenden und fast gleich starken Hauptarterien. Es sind dies 1. die A. vestibuli anterior, welche zu dem vorderen Abschnitt des Vestibulum und zu den äusseren und vorderen Bogengängen

hinzieht; 2. die A. vestibulo-cochlearis, welche den Anfangsteil der Basalwindung der Schnecke sowie die grössten Teile des Vestibulum und der Bogengänge versorgt; und 3. die A. cochleae propria, welche sich in die Schnecke ausbreitet.

I. A. vestibuli anterior.

Dieser erste Ast der A. cochlearis communis geht von seiner Ursprungsstelle direkt nach vorn aussen unten bis zum Ramus utriculo-ampullaris, verläuft dann leicht geschlängelt über seine hintere äussere Fläche weg und gibt einige Äste zur Macula sacculi, welche mit den Ästen der A. vestibuli posterior ein kleinmaschiges Netz bilden; er sendet im weiteren Verlauf zu der Macula utriculi mehrere Äste, welche sich auch rasch in ein feines Netz verzweigen; schickt schliesslich ausser einzelnen kleinen Zweigen in die benachbarten Teile des Vestibulum zwei gleichgrosse, den Ramus ampullae anterioris und den Ramus ampullae externae begleitenden Äste zu den vorderen und äusseren Ampullen (Taf. 33 und 34 ava). Die letzteren spalten sich plötzlich noch in unzählige Ästchen, besonders an den Eintrittsstellen der Ampullennerven, und beteiligen sich weiter an der Versorgung der Schenkel des vorderen und äusseren Halbzirkelkanales. Auf dem Wege gibt er zwischen den Maculae sacculi und utriculi einen ziemlich starken Ast dem Crus commune, der sich vor der Teilung des Schenkels wieder in zwei Äste auflöst (Taf. 33 ass). Die Hauptarterien der Bogengänge wenden sich immer zur konkaven Seite derselben und gelangen, sich in die Kapillarnetze auflösend, in die anderen Hälften der Bögen und anastomosieren dort mit den Gefässen, welche von dorther ihnen entgegentreten. Der Verlauf dieser Arterie ist also beim Menschen und bei den bisher untersuchten Repräsentanten der Nagetiere, der Raubtiere und der Huftiere derselbe, bloss mit der sonderbaren Ausnahme, dass die Arterie

des Crus commune beim Hunde nicht wie bei den anderen untersuchten Säugetieren aus der A. vestibuli posterior, sondern aus der A. vestibuli anterior entspringt.

II. A. vestibulo-cochlearis.

Der zweite Ast, A. vestibulo-cochlearis, entsteht, wie oben erwähnt, in der Teilungsstelle der A. vestibuli anterior oder etwas von ihr entfernt an dem lateralen unteren Teile des Akustikusstammes, und zwar an dem unteren Teile des Ramus medius, aus dem gemeinschaftlichen Hauptgefässe (Taf. 34 avc), wendet sich vorn medial in einem nach innen hinten konkaven Bogen um das Nervenbündel, und erst an der modiolaren Seite des Vorhofblindsackes teilt er sich in zwei nach entgegengesetzten Richtungen verlaufenden Zweige, 1. den Ramus vestibularis (Taf. 34 avp) und 2. den R. cochlearis (Taf. 34 rc). Unterwegs verlassen ihn zahlreiche kleine Ästchen, welche mit den benachbarten Gefässnetzen des N. cochlearis, seiner Hüllen und der untersten Ganglien kommunizieren.

1. Der hintere äussere Hauptast, der Ramus vestibularis s. A. vestibuli posterior, geht unter und hinter dem R. sacculo-ampullaris nach aussen, dann entlang dem R. ampullae posterioris, kreuzt den Canalis reuniens Henseni und gibt alsdann einen vorwärts in die Macula sacculi (Taf. 33 as) vordringenden Ast an den Sacculus (A. saccularis nach Siebenmann) und auch einen kurzen, oft etwas rücklaufenden an den Aquaeductus cochleae, wie es Shambaugh beim Kalb und Schaf gesehen hat; ferner verzweigt er sich am Anfang des ampullären Schenkels des hinteren Bogenganges und an der Abgangsstelle des hinteren Ampullarnervs (Aa. nervi ampullae posterioris, Siebenmann, Taf. 33 anp), schliesslich sendet er je einen Ast an den ampullären Schenkel des hinteren Bogenganges und an das Crus simplex des äusseren Bogenganges. Ausserdem

schickt er mehrere feine Zweige zu den tympanalen und vestibularen Wänden des membranösen Schneckenkanals, der Lamina spiralis ossea, der Membrana basilaris des Vorhofsabschnittes und dem hinteren, unteren Teile des Vestibulum und der Umgebung des runden Fensters.

2. Der vordere innere Hauptast, der Ramus cochlearis, läuft schneckenwärts, senkt sich in die Wurzel des Spiralblattes am Anfangsteil der Basalwindung, deren Verlaufsrichtung er beibehält, und gelangt auf diesem Wege bis zum Anfang des zweiten Viertels der Basalwindung; hier beginnt das Gebiet einer anderen Arterie, nämlich dasjenige der A. cochleae propria (Taf. 34 rc). Der Ramus cochlearis sendet direkt aus seinem Stamm oder durch die Vermittelung eines grösseren Astes desselben 4—5 Zweige über die obere Wand der Scala vestibuli bis zum Ligamentum spirale, um dort mit dem Kapillarnetz der V. spirale posterior zu anastomosieren (Taf. 34 a o z); einige Ästchen gehen vom Hauptstamm auf die untere Wand der Scala tympani und von dort teilweise auch nach dem oben genannten Kapillarnetz; ein solch deutliches Ausbreiten von den Arterienästen in der Scala tympani kann man nur in der Basalwindung verfolgen (Taf. 34 auz). Das dritte Verbreitungsgebiet bildet das Spiralblatt mit seinem Nervenbündel und dessen Hüllen. Viertens ziehen sich mehrere feinere Äste nach den Ganglien und in die Wand des Rosentalschen Kanals.

Diese Ausbreitungsweise der A. vestibulo-cochlearis des Hundes stimmt im grossen Ganzen überein mit derjenigen, welche Siebenmann zuerst für den Menschen und später Hopmann für das Meerschweinchen gefunden haben. Shambaugh konstatierte bei seinen untersuchten Tieren, besonders beim Kalb, anastomische Schlingen zwischen den verschiedenen Zweigen der Labyrintharterie in der Tiefe des inneren Gehörganges und an der Basis der Schnecke; doch vermochte er keinen eigentlichen R. cochlearis im Anfangsteil der Basal-

windung nachzuweisen. Seine A. vestibuli posterior teilt sich gewöhnlich schon an der Basis der Schnecke in zwei Äste, von denen der erste zu der hinteren Ampulle und dem ampullären Schenkel des hinteren Bogenganges und der andere zum Crus simplex des äusseren Bogenganges und dem Crus commune verläuft. Dass diese Verhältnisse schwierig zu entwirren sind, beweist, wie dies Siebenmann schon erwähnt, am deutlichsten die betreffende Abbildung von Eichler, insofern als dieselbe bezüglich des Ursprunges und Endes des R. cochlearis in direktem Gegensatz steht zu seiner Beschreibung.

III. A. cochleae propria.

Dieser Endast der A. cochleae communis verläuft anfangs vor der A. vestibuli-cochlearis über die Kapillarnetze des Nervenbündels spiralförmig hinweg nach vorn innen zur modiolaren Seite des Vorhofblindsackes; dann gibt er den ersten grösseren Ast zur Basalwindung und versorgt ungefähr die zweite Hälfte der Basalwindung. Der Hauptstamm der A. cochleae propria zieht mehr zentralwärts im Modiolus spiralig aufwärts und bis zur obersten Spitze, wo er sich in Kapillare auflöst (Taf. 34 acp). Während dieses Verlaufes gibt er unregelmäfsigen Zwischenräumen grössere Zweige, ungefähr drei an die Basalwindung und zwei an die zweite Windung; dieselben verteilen sich wieder direkt über das Spiralblatt und über die obere Wand der Scala vestibuli bis zum Ligamentum spirale und zwar in einer Weise, über welche weiter unten genauere Angaben folgen (Taf. 34 app, aps, apt, apv und apt). (Die Zahl dieser Äste beträgt beim Meerschweinchen nach Hopmann 8—9). Die zahlreichen Äste zu den Ganglien und Nervenästen sind in der Regel kurz und oft rückwärtslaufend (Taf. 34 azg).

Die Zahl der Ästchen in der oberen Zwischenwand der Vestibularskala wird beim Menschen von Siebenmann auf

30—35 bestimmt, 5 liegen in der Spitzenwindung, ca. 10 in der Mittelwindung und ca. 15 in der Basalwindung. Beim Hunde fand ich eine ähnliche Zahl, d. h. im ganzen ca. 28 bis 33 Ästchen, und zwar ca. 2—3 in der Spitzenwindung, ca. 4 bis 6 in der dritten Windung, 8—9 in der zweiten Windung und ca. 14—15 in der Basalwindung. Vom runden Fenster aus bestimmt, ist die Zahl der Windungen der Schnecke der Raubtiere beim Eisbären ca. 2, beim Leoparden ca. $2^2/_3$ [siehe Denker (13)], beim Felis leo und beim Felis tigris ca. $3^1/_6$, beim Canis vulpus ca. $3^1/_2$ [vergleiche Hyrtl (14)] und beim Hunde ca. $3^1/_2$. Nach Shambaugh finden sich beim Schwein ca. 4 Windungen (?), etwa 65 Ästchen, beim Kalb 38—40 Ästchen und beim Schaf 18 Ästchen. Die Zahl der Spiralblattarterien des Hundes ist fast identisch mit derjenigen, welche Siebenmann bei Menschen gefunden hat. Während beim Menschen und beim Hunde in gleicher Weise ein Ast der A. cochleae propria sich an der Ernährung der Scala vestibuli und des Spiralblattes ein und derselben Windung beteiligt, bildet ein solches Verhältnis beim Schwein nach Shambaugh die Ausnahme, indem hier die Scala vestibuli einer tieferen Windung und das Spiralblatt der nächst höher gelegenen Windung von der nämlichen Arterie aus versorgt werden.

B. Venen.

Beim Hunde haben wir die nämlichen venösen Hauptstämme des häutigen Labyrinthes getroffen, wie sie Siebenmann für den Menschen beschrieben hat. Es sind dies die V. aquaeductus vestibuli, die V. aquaeductus cochleae und Vv. auditivae internae. Im allgemeinen sammelt die Vene des Vorhofaquae-

ductes das Blut aus dem Vestibulum und den Bogengängen, die des Schneckenaquäduktes das der Schnecke und der Teile des Vestibulum, und die des inneren Gehörganges nur das der Schnecke.

Beim Meerschweinchen fand Hopmann nur eine mächtige Vene des Aquaeductus cochleae, die sowohl aus der Schnecke wie aus dem Vorhof alles Blut aufnimmt.

I. V. aquaeductus vestibuli.

Sie entsteht aus den in der konkaven Wand liegenden Venen der ampullären Schenkel des vorderen und äusseren Bogenganges, später allmählich läuft sie über die obere vordere Fläche des Vestibulum nach hinten innen und verliert sich plötzlich in einer Gegend, welche etwa derjenigen des Aquaeductus vestibuli entspricht (Taf. 33 vav) Auf ihrer Bahn nimmt sie grössere Venen auf am Utriculus proprius vom Gefässnetz des Recessus utriculi, an der Einmündung des Crus commune aus dem vorderen und hinteren Bogengange (Taf. 33 vss) und am Sinus posterior aus dem Gefässnetz des Sacculus (Taf. 33 vs) sowie aus dem Crus simplex des äusseren und dem Crus ampullae des hinteren Bogenganges. Die Vene des Crus commune zeigt sich schon kurz nach der Vereinigungsstelle als ein gemeinsames Stämmchen, ein Verhältnis, welches beim Menschen in sofern anders liegt, als hier die beiden Venen getrennt über das ganze Crus commune hinunter laufen und erst auf der Wand des Vestibulum in den betreffenden Hauptast der Aquäduktvene an verschiedenen Stellen einmünden. Oft verlaufen die Venenästchen in schöner blattrippenartiger Anordnung auf dem Vestibulum und den Ampullenteilen der Bogengänge. Die Gefässnetze der Maculae utriculi und sacculi sind besonders dicht, sodass diese Stellen von den anderen sich auffallend unterscheiden (Taf. 33 mut und msc). Sie anastomosieren vorn mit

der V. vestibuli anterior, hinten mit der V. vestibuli posterior und stellenweise auch mit Knochengefässen.

Ausgezeichnet schöne Bilder der V. aquaeductus vestibuli zu erhalten, ist wirklich ziemlich schwer, wenn nicht die Blutgefässe zweckmäfsig mit guter Injektionsmasse gefüllt sind und bei der Isolation des Labyrinthes sehr vorsichtig behandelt werden. Da ich in meinen besseren Exemplaren des Hundelabyrinthes und auch in den prächtigen in der Basler Sammlung befindlichen Präparaten, welche Siebenmann vom menschlicher Labyrinth angefertigt hat, dieselbe sehr deutlich und regelmäfsig nachweisen konnte, so scheint es mir vorläufig geratener, das vollständige Fehlen dieser Vene bei den anderen höheren Säugetieren bloss als wahrscheinlich, nicht aber als sicher zu bezeichnen. Shambaugh fand bei dem Schwein, dem Schaf und dem Kalb, dass das venöse Blut sich aus dem Vorhofe und den Bogengängen hauptsächlich in der Regel in die Canaliculi cochleae, nicht in die V. aquaeductus vestibuli ergiesst, und dass die Verteilung der letzteren eine verschiedene Anordnung zeigt. Einesteils hat er beim Schaf gar keine Vene an der Vorhofwasserleitung konstatiert, andernteils jedoch hat er beim Schwein eine kleine Duralvene, die das Blut nur von dem Ende des Ductus endolymphaticus aufnimmt, gesehen; ausserdem beobachtete er beim Kalb insofern eine Ausnahme, als in einem Präparat entlang des Aquaeductus vestibuli eine bedeutendere Vene aus dem Crus commune das Vestibulum verlässt.

II. V. aquaeductus cochleae.

Die Verteilung der Schneckenaquäduktusvene ist die nämliche wie die beim Menschen. Ihre Hauptäste sind die kurze V. spiralis posterior, die bedeutend längere V. spiralis anterior und die Vv. vestibuli anterior und posterior (Taf. 34 vac).

1. V. spiralis posterior.

Die V. spiralis posterior entwickelt sich aus den Kapillarnetzen des Ligamentum spirale und der Stria vascularis des ersten $^1/_2$ bis $^2/_3$ der Basalwindung und aus dem Modiolus. Sie ist trotz ihres kürzeren Verlaufes an ihrem zentralen Ende so dick wie die V. spiralis anterior. Der Stamm verläuft spiralförmig anfangs fast in der Mitte, weiter unten an der Grenze zwischen mittlerer und äusserer Zone der unteren Wand der Basalwindung und nimmt früher oder später noch einen oder zwei fast parallel ziehende kleinere Äste auf (Taf. 34 vsp). Von der äusseren Wand her erhält sie aus dem Ligamentum spirale mehrere kleine und grössere Zuflüsse und von der Seite der Spindel her zahlreiche engere Äste, welche aus dem Spiralblatt, dem Ganglienkanal und dem Modiolus herkommen. Ein ungefähr an der Grenze der ersten und zweiten Hälfte der Basalwindung verlaufender Ast des Ganglienkanals ist besonders stark entwickelt.

2. V. spiralis anterior.

Der Stamm entspringt in der Spitze der obersten Windung, läuft spiralförmig in der Wurzel des Spiralblattes abwärts und mündet am unteren Ende der Basalwindung mit S-förmiger Krümmung fast an gleicher Stelle wie die V. spiralis posterior und die Vv. vestibuli anterior und posterior in die V. aquaeductus cochleae (Taf. 34 vsa). In seinem Verlaufe empfängt er ausser dem kollateralen Ast der V. auditiva interna an der modiolaren Seite des Anfangsteiles der Basalwindung aus dem Ligamentum spirale die zahlreichen direkt oder indirekt über die untere Wand der Scala tympani und die spärlichen über die obere Wand der Scala vestibuli kommenden Äste (Taf. 34 voz), sowie aus dem Spiralblatt, durch Vermittelung der spiralverlaufenden Spiralblattvenen, die unzähligen, feinen, radiär ziehenden

Äste desselben und schliesslich den Abfluss aus den Kapillargeflechten der Spiralganglien, des Nervus acusticus und des Modiolus (Taf. 34 vma). Die V. spiralis posterior hängt am Anfang der Basalwindung durch Vermittlung der zwischen den beiden gelegenen Geflechte mit dieser Vene zusammen. (Das auf Tafel 34 abgebildete Präparat zeigt nur eine geringe Entwickelung dieses Geflechtes). Die Verbindungen der V. spiralis anterior mit den benachbarten Knochengefässen sind besonders bei den jungen Hunden ziemlich ausgeprägt vorhanden.

Shambaugh hat beim Schwein und Schaf die vordere Spiralvene, welche sowohl beim Menschen als auch beim Hunde in gleicher Weise entwickelt ist, nicht gefunden. Mit den Resultaten der Arbeiten von Shambaugh aber lassen sich unsere Resultate nicht ohne weiteres vergleichen. Er korrodiert nur 24 Stunden (l. c. pag. 6), eine Frist, während welcher die nicht im Endost des Labyrinthes, sondern in besonderen Knochenkanälchen verlaufenden venösen Hauptstämme kaum genügend isoliert sein können und daher bei dem Herauspräparieren der Celloidinkorrosion ihren Zusammenhang mit der letzteren verlieren müssen.

Die V. canaliculi cochleae von S. dringt ebenfalls durch den Gefässkanal des Aquaeductus cochleae, erhält die V. spiralis posterior aus dem Anfangsteile der Basalwindung und nimmt an der oberen Windung das Blut aus der Scala vestibuli und der Lamina spiralis auf. Daher scheint diese Vene vergleichend-anatomisch nichts anderes zu sein als die vordere Spiralvene. Er hat bereits beim Kalbe auch angenommen, dass »eine der den von Siebenmann beschriebenen, entsprechenden vordere Spiralvene für einen grossen Teil der Schneckenwindungen vorhanden ist«. Dass die hintere Spiralvene der Basalwindung, wie Shambaugh es beim Schweine beobachtet, die Zuflüsse direkt in der Spindel aus der Scala vestibuli empfängt, konnten Siebenmann und ich beim Menschen und

dem Hunde nicht bestätigen. Beim Menschen nimmt die vordere Spiralvene oberhalb des oberen Endes des ersten Viertels der Mittelwindung und beim Hunde von der zweiten Hälfte der Basalwindung aufwärts auch noch das venöse Blut der unteren Wand der Scala tympani; ob beim Schwein etc. in der Tat andere Verhältnisse vorliegen, müssten weitere Untersuchungen bestätigen.

3. Vv. vestibuli anterior und posterior.

Die V. vestibuli anterior entwickelt sich hauptsächlich an dem vorderen Abschnitt des Vestibulum aus den Kapillarnetzen der vorderen und äusseren Ampulle und den dazu gehörenden Schenkeln der betreffenden Bogengänge sowie aus dem unteren Teil des Utriculus; sie verläuft zuerst unter dem Ramulus ampullae anterioris und dem Ramulus ampullae externae; sie nimmt dann einige von den Maculae acusticae utriculi und sacculi herkommenden Zweige auf, geht endlich unter dem Ramus vestibularis über die V. auditiva interna, die A. cochleae propria und die A. vestibulo-cochlearis hinweg und zieht am Anfangsteil der Basalwindung vorbei zur V. aquaeductus cochleae (Taf. 33 und 34 vva). Die V. vestibuli posterior dagegen ist in ihrem Verlaufe kürzer und einfacher; von der hinteren Ampulle läuft sie anfangs gemeinsam mit dem Ramulus ampullae posterioris, an dessen unterem Umfang sie liegt, und wendet sich dann im Bogen nach dem Aquaeductus cochleae, in dessen Venen sie etwas mehr zentralwärts einmündet als die übrigen Hauptäste (Taf. 33 vvp).

Der Verlauf der V. vestibuli posterior ist bei den verschiedenen Spezies sehr variabel. Einfach ist derjenige des Hundes, wo sie meistens aus der Umgebung der hinteren Ampulle entspringt oder in seltenen Fällen sich bis zu dem einfachen Schenkel des äusseren Bogenganges wie beim Kalbe er

streckt. Die Verhältnisse beim Menschen und auch beim Kalb sind ähnlich, doch mündet beim Kalb, welches nach Shambaugh keine V. aquaeductus vestibuli besitzt, die Vene des Crus commune in die Vestibuli posterior. Eigentümlicherweise fehlt beim Schafe die vordere Vorhofsvene, während die hintere Vorhofsvene das Blut aus dem ganzen Vorhofe und den halbzirkelförmigen Kanälen sammelt. Beim Schwein erhält das letztere Gefäss noch die Zuflüsse aus den vorderen und äusseren Ampullen.

III. Vv. auditivae internae.

Die im duralen Überzug des inneren Gehörganges verlaufenden wandständigen Venen und die im Hörnerven selbst und in der ihn umgebenden Arachnoidal- und Pialmembran ziehenden Venen gehen in der Spindel in ein so dichtes, engmaschiges Netz über wie beim Meerschweinchen nach Hopmann, dass man auch in meinen besseren Präparaten und unter dem Mikroskop nicht ganz leicht die eigentliche zentrale Schneckenvene finden kann. Diese Kapillarnetze hängen mit denen des Ganglion spirale und der Basis der Schnecke zusammen. Ein Hauptstamm der V. auditivae interna ist nach Shambaugh bei keinem Repräsentanten der von ihm untersuchten Tiergattungen nachgewiesen worden. Beim Hunde liegt die V. auditiva interna über dem Anfangsteil der A. cochleae propria; sie nimmt von Strecke zu Strecke zahlreiche kleine Venen, welche aus dem Gefässplexus des basalen Abschnittes der Spindel entspringen, und senkt sich im Bogen von vorn innen unten nach hinten aussen oben in den Sinus transversus oder in den Sinus petrosus inferior. Auf dem Wege bildet er ausserdem Anastomosen mit der V. spiralis anterior und den benachbarten Knochengefässen (Taf. 34 vai).

C. Die Hauptkapillargebiete.

I. Der Canalis ganglionaris.

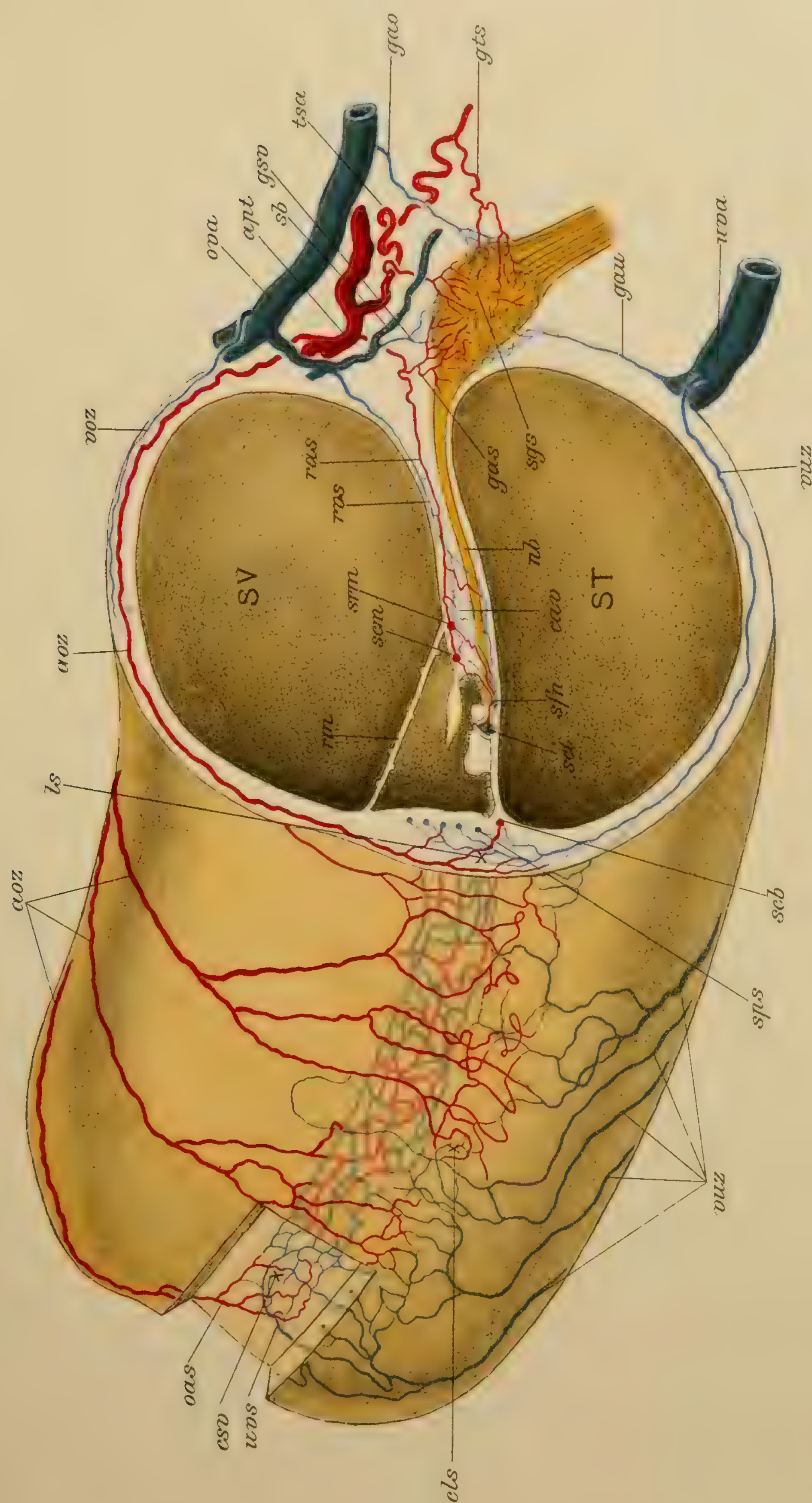
Die Ganglienmasse des Schneckennerven, welche dicht unterhalb des Abganges der Lamina spiralis im Canalis ganglionaris des Modiolus liegt, empfängt zahlreiche feinere dichotomisch sich teilende Arteriolen, von denen nur ein kleiner Teil in die Ganglienmasse selbst eintritt; die Mehrzahl derselben verzweigt sich zu einem engmaschigen Netz in der Hülle des Nervs und in der Wand des Spiralkanales. Diese Arterienästchen kommen von oben direkt aus einem Ast der A. cochleae propria, aus dem Tractus spiralis arteriosus und aus dem radiär verlaufenden Spiralblattästchen (Taf. 35 gts und gas); in der Basalwindung fliesst das venöse Blut unmittelbar oder durch die Vermittelung der radiären Venen sowohl aufwärts in die vordere Spiralvene, als auch unten in die hintere Spiralvene, in den oberen Abschnitten der Schnecke in die vordere Spiralvene (Taf. 35 gao, gsv und gau). Dieses Kapillarnetz steht noch in vielfachen Verbindungen mit den übrigen inneren des Modiolus. Solche Verhältnisse liefern einen Nachweis der Vaskularisation der Ganglienschwellung beim Menschen.

II. Das Spiralblatt.

Wie man das Präparat derart orientiert, dass die Schneckenachse senkrecht steht, findet man beim Blick von oben sehr deutlich den Tractus spiralis arteriosus, welcher im Wurzelgebiet der Lamina spiralis von den Ästchen der A. cochleaes propria durch deren Anastomose gebildet wird (Taf. 35 und 36 Fig. I tsa). Darüber liegt eine unregelmäfsige spiralförmige Anastomose unter den Venenästchen (Taf. 35 sb und 36, Fig. I sbv), welche die zahlreichen radiär konvergierenden von dem Spiralblatt und

dem Ganglienkanal herkommenden Zweige aufnehmen (Taf. 35 und 36, Fig. 1 rvs). Diese wenigstens in der Basalwindung regelmäſsig vorhandenen, beinahe als kontinuierlicher Spiralzug sich erstreckenden Reihen von venösen Arkaden steht von Strecke zu Strecke durch eine Anzahl fast rechtwinkelig in die V. spiralis anterior eintretende Gefässe mit derselben in Verbindung. Das Venennetz, welches hier in der Lamina spiralis ossea und deren Nerven liegt, verbindet sich mit dem Arteriennetze durch 4 kapilläre, spiralverlaufende Arkadenzüge. Diese Spiralgefässe finden sich, von aussen nach innen gerechnet, 1. unter dem Cortischen Tunnel als Böttchers äusseres Spiralgefäss (Taf. 35 und 36, Fig. 1 sct), 2. am Labium tympanicum, als innere Spiralgefäss desselben Autors, wie Retzius (16) es in Taf. XXII B[3], B[2] und C[2] bei dem Kaninchen und Taf. XXX C[2], C[3], D[2] und Taf. XXXI E[2] bei der Katze abgebildet hat (Taf. III und IV, Fig. I s f n), 3. und 4. die zwei Spiralgefässe an den Ansatzstellen der Cortischen und Reissnerschen Membran (Voltolini 15), (Taf. 35 und 36, Fig. 1 s c m und s r m). Diese Kapillarnetze verlaufen gewissermaſsen in zwei Etagen übereinander. Die obere derselben erstreckt sich aussen bis zum Spiralgefässe der Ansatzstelle der Cortischen Membran, welche mit den oben erwähnten Spiralgefässen vielfach anastomosiert. In günstigeren Fällen kann man auch mit ihrem Spiralgefäss zugleich die Reissnersche Membran ziemlich deutlich unter dem Mikroskop erkennen. Shambaugh hat es einmal beim Kalbsembryo gesehen, aber beim Menschen ist es nicht zu finden (Siebenmann). Die Membran selbst ist in meinen besseren Präparaten des jungen Hundes gefässlos wie beim Menschen, während Shambaugh beim Kalb und beim Schaf das Vorhandensein von Gefässen in dieser Zone gesehen haben will. Beim Schwein findet sich in der Membrana Reissneri s. vestibularis keine Vaskularisation.

Die periphere Grenze der unteren Lage wird gebildet durch



Stria vascularis und Lamina spiralis des Endteiles der II. Windung der rechten Schnecke.
(halbschematisch)

Dressler delin.

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden. Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.

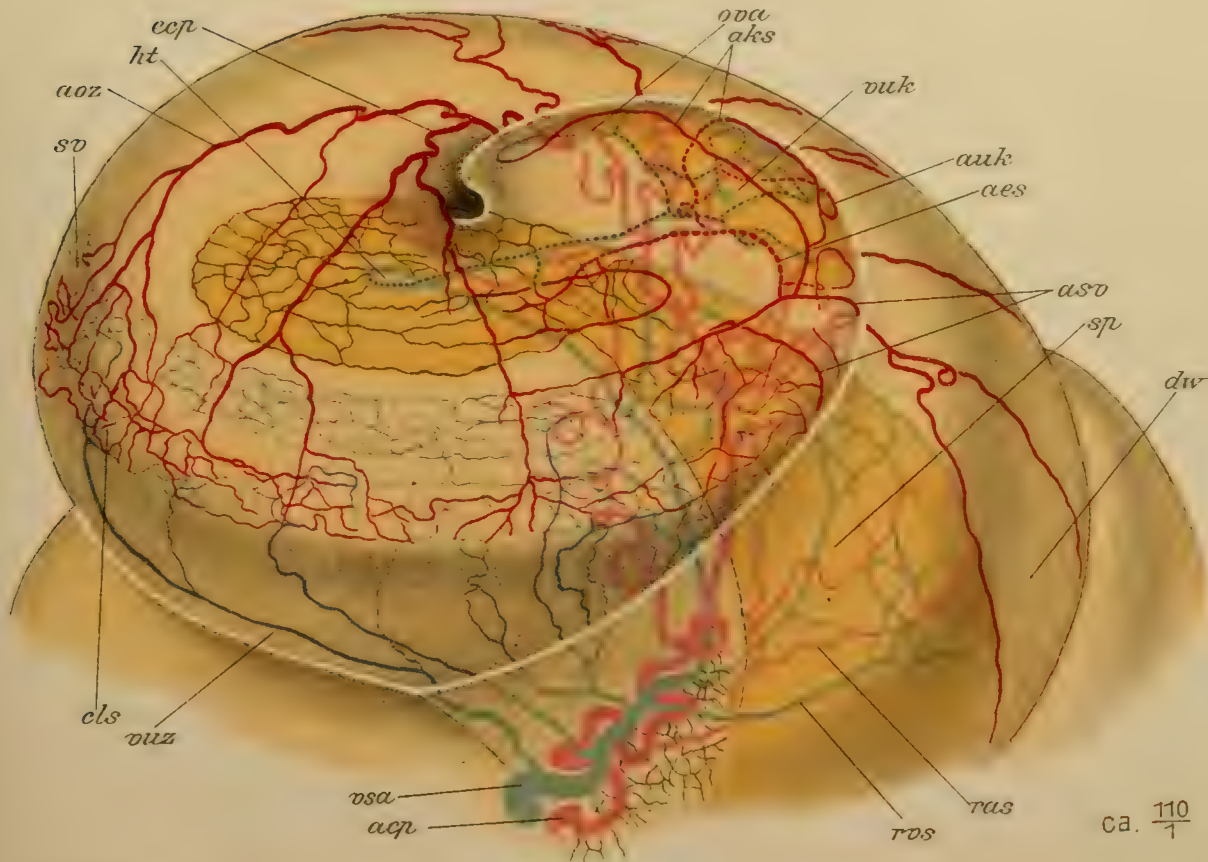
Fig. 1.

arv
scm
sct
tsa
sbv
vsa
sfn
tap
tsa
sbv
srm
cb
csb
scm
ras
rvs
sfn
srm
sct

ca. $\frac{260}{1}$

Ein Stück des Spiralblattes des Anfangsteiles der III. Windung der rechten Schnecke

Fig. 2.



Dressler delin.

Spitze der rechten Schnecke

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.
Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.

das äussere Spiralgefäss, welches unter dem Cortischen Tunnel in der Basalmembran vorhanden ist und auch beim Menschen, Schwein, Kalb und Schaf sich fast konstant findet. Das Geflecht im Labium tympanicum ist weniger regelmäfsig vorhanden, kleinmaschiger als das Geflecht der oberen Lage. Das sogenannte innere Spiralgefäss ist öfter gebrochen und unterbrochen und zwar in nämlicher Weise, wie Siebenmann es vom Menschen festgestellt hat. Bei dem Menschen und dem Hunde dringen die Gefässe des Ligamentum spirale in die Lamina basilaris nicht ein (Schwalbe und Siebenmann); Shambaugh gibt dagegen an, bei dem Schwein, dem Kalb und dem Schaf zwischen dem Ligamentum spirale und dem äusseren Spiralgefäss Verbindungen gefunden zu haben, die aus kleinen geraden Venen bestehen, welche in regelmäfsigen Zwischenräumen radiär auftreten.

III. Das Ligamentum spirale.

Die Arteriolen des Ligamentum spirale entspringen, wie oben erwähnt, hauptsächlich von den Zweigen der A. cochleae propria (Taf. 35 a o z); sie begeben sich wie bei dem Menschen und dem Meerschweinchen über die obere Wand der Scala vestibuli im ersten Viertel der Basalwindung von dem R. cochlearis der A. vestibuli cochlearis aus zum Ligamentum spirale (Taf. 34 a o z); über die untere Wand der Scala tympani laufen nur wenige arterielle Gefässchen, am zahlreichsten in der Basalwindung (Taf. 34 auz).

Was die Venenästchen des Ligamentum spirale anbelangt, so treten sie im Gegensatz zu den Arterien über die untere Wand der Scala tympani in die V. spirali anterior (Taf. 35 vuz); im Anfangsteile der Basalwindung geschieht dies entweder direkt oder durch Vermittelung kleiner Venenstämmchen der V. spiralis posterior (Taf. 34 vuz); über die obere Wand der Scala vestibuli läuft nur eine ganz minimale Anzahl zur vorderen Spiralvene

(Taf. 34 voz). In dem der Labyrinthkapsel anliegenden Bindegewebe des Ligamentum spirale sind die Gefässe meistens kräftiger als in der Stria vascularis, und die obere Grenze der Venenästchen rückt, mit Ausnahme der Spitzenwindung, relativ weiter über das Niveau des Spiralblattes nach oben als die Arterienästchen über dasselbe hinabtreten. Das eigentümliche Kapillarnetz der Stria vascularis, dessen Maschenzeichnung beim Hunde die gleiche ist wie beim Menschen und dem Schweine, kann man sehr leicht verfolgen (Siebenmann, Eichler und Kölliker (2) u. a., Taf. 35 csv). Die Spiralgefässe in der Prominentia spiralis und der Crista basilaris sind auch konstant vorhanden [Huschke (3), Taf. 35 sps und scb].

IV. Das Kuppelblindsackgebiet.

Die über die obere Wand des Kuppelblindsackes verlaufenden Arterienzweige entspringen aus den Endästen der A. cochleae propria, oft kommt aus dem nämlichen Endast auch ein Zweig für das Ende der Lamina spiralis; andere Zweige begeben sich teils zu der unteren Wand des Kuppelblindsackes, wo sie sich plötzlich in feinere, anastomosierende Äste auflösen, teils unmittelbar nach oben zu dem obersten Ende des Kuppelblindsackes (Taf. 36, Fig. 2, auk und aks), wo sie endlich am unteren inneren Ende der Lagena vermittelst eines weitmaschigen Kapillarnetzes in die V. spiralis anterior übergehen (Taf. 36, Fig. 2, vuk und ova, vergl. Taf. XXXVIII, Fig. 1 von Retzius beim Menschen). Man kann auch in diesen Gegenden eine obere arterielle und eine venöse Schicht unterscheiden (Taf. 36, Fig. 2, ova, vuk, auk und aks).

Das oberste Ende der Lamina spiralis wird ausschliesslich von einem Zweige der A. cochleae propria mit Blut versorgt (Taf. 36, Fig. 2 aes), der Abfluss vollzieht sich durch die V. spiralis anterior, welche an dem inneren Rand der Lamina

spiralis spiralförmig das Helicotrema begrenzt. Die vier Spiralgefässe des Spiralblattes bilden am oberen Ende eine einzige und einfache spatelförmige Schlinge, sodass die einzelnen Schraubenlinien desselben nicht mehr vorhanden sind. Das innere Netz der Stria vascularis und das äussere des Ligamentum spirale stehen in diesem Gebiet nicht nebeneinander wie in den unteren Windungen, sondern fast untereinander, wie die Tafel 36, Fig. 2 es zeigt; aber bei der Blutversorgung wiederholen sich noch die gleichen Verhältnisse der letzteren, nur mit dem Unterschied, dass sie am obersten Ende der beiden Netze, wo sie endlich gemeinsam ein etwas weitmaschiges Kapillarnetz erzeugen, mit den besonderen Arterienzweigen der A. cochleae propria von unten aussen, nicht von oben innen her, versorgt werden (Taf. 36, Fig. 2, a s v).

V. Die Ampullen und die Bogengänge.

Die 10—20 Mikromillimeter breiten Hauptgefässe der Bogengänge liegen in der Regel an den konkaven Wänden derselben, und nur in der Nähe des Crus commune treten sie näher an die konvexe Fläche. Sie bilden feine, scharf abgegrenzte Netze mit länglich unregelmäisigen Maschen. Wo die Arterien oder Venen des einen Schenkels mit ihrer Verbreitung aufhören, beginnen diejenigen des anderen Schenkels; beide Kapillarnetze anastomosieren unter sich. Die Vaskularisation der Ampullen und Cristae acusticae ist in ähnlicher Weise ausgebildet wie beim Menschen. In den Ampullen verlaufen die Venen meistenteils über die konvexe Wand und nehmen die zahlreichen, fast rechtwinkelig von den Oberflächen herkommenden Ästchen auf. In den Cristae acusticae dringen besonders die Arterienästchen mit den Nervenfasern in die Tiefe ein; die Gefässe der Labyrinthkapsel hängen dort mit dem Netz der Labyrinthgefässe zusammen (Taf. 33, a a m, caa, c a e und c a p).

Zusammenfassung.

Vergleicht man die anatomischen Befunde der Labyrinthvaskularisation des Menschen (Siebenmann) mit meinen vorliegenden, beim Hunde erhaltenen Resultaten, so ergibt sich folgendes.

A. Übereinstimmende Ergebnisse.

1. Der gemeinschaftliche Stamm, A. cochleae communis, teilt sich in drei Hauptarterien, A. vestibuli anterior, A. vestibulo-cochlearis und A. cochleae propria.
2. Die A. vestibulo-cochlearis verzweigt sich an der modiolaren Seite des Schneckenabschnittes in einen hinteren äusseren und einen vorderen inneren Hauptast. Die A. vestibuli anterior tritt wie beim Menschen an den vorderen Teil des Vestibulum, läuft zu den ampullären Schenkeln des vorderen und äusseren Bogenganges und dringt in die Maculae acusticae sacculi und utriculi ein; nur die Vaskularisation des Crus commune weicht von derjenigen des Menschen etwas ab. Das Kapillarnetz der hinteren Ampulle wird von der A. vestibuli posterior aus gespeist; die beiden Maculae erhalten ihr arterielles Blut sowohl aus der A. vestibuli anterior als auch aus der A. vestibuli posterior.
3. In der Scala vestibuli versorgt ein Ast der A. cochleae propria die obere Wand und das Spiralblatt einer und derselben Strecke des Schneckenkanales, aber nicht das Spiralblatt der nächst höher gelegenen Windung. Die Zahl der Spiralblattarterienäste sind immer fast gleich derjenigen der oberen Wand der Scala vestibuli. Trotzdem das Labyrinth des Hundes wesentlich kleiner ist als dasjenige des Menschen (das lineare Verhältnis

beträgt ca. 10 : 19), stimmt doch die Zahl seiner radiären Gefässe ziemlich überein mit derjenigen des menschlichen Organs.

4. Die Hauptstämme der Venen des Labyrinthes sind hier die V. aquaeductus vestibuli, die V. aquaeductus cochleae und die Vv. auditivae internae.
5. Die V. aquaeductus vestibuli ist sehr kräftig und erhält Zuflüsse aus dem Utriculus, dem Sacculus und allen Bogengängen. Ihre Ästchen verlaufen oft in sehr schöner, blattrippenartiger Anordnung auf der unteren Fläche des Vestibulum und auf den konvexen Seiten der Ampullen.
6. Die V. aquaeductus cochleae ist die stärkste der 3 Hauptvenen; sie bezieht ihr Blut aus der V. spiralis anterior, der V. spiralis posterior und den Vv. vestibuli anterior et posterior.
7. Die V. spiralis anterior, welche immer sehr deutlich entwickelt ist und in der Wurzel des Spiralblattes verläuft, erstreckt sich von dem Kuppelblindsack bis fast zur Grenze zwischen dem ersten und zweiten Viertel der Basalwindung und mündet hier in die V. aquaeductus cochleae.
8. Die V. vestibuli anterior sammelt das Blut aus den vorderen und äusseren Ampullen und dem vorderen Teile des Vestibulum sowie aus den Maculae acusticae utriculi und sacculi und anastomosiert durch die betreffenden Kapillarnetze mit den Ästchen der V. aquaeductus vestibuli.
9. Die Arteriolen des Canalis ganglionaris kommen von oben her 1. direkt aus einem Ast der A. cochleare propria, 2. direkt aus dem Ramus cochlearis der A. vestibulo-cochlearis, 3. aus den radiär verlaufenden Spiralblattzweigen. Das venöse Blut fliesst unmittelbar oder

durch Vermittelung radiärer Venenästchen oben in die vordere Spiralvene der nämlichen Windung und unten in die vordere Spiralvene der nächst tiefer gelegenen Windung, in der Basalwindung aber in die hintere Spiralvene.

10. Die Reissnersche Membran des alten und des jungen Hundes ist in meinen Präparaten gefässlos. Direkte Gefässverbindungen zwischen dem Ligamentum spirale und der Lamina spiralis existieren nicht. Das Spiralgefäss des Cortischen Tunnels ist ziemlich konstant, dasjenige des Labium tympanicum dagegen öfters unterbrochen.

11. Die Arteriolen des Ligamentum spirale entspringen der A. cochleare propria oder dem Ramus cochlearis der A. vestibulo-cochlearis und verlaufen hauptsächlich über die obere Wand der Scala vestibuli, viel spärlicher besonders in der Basalwindung über die untere Wand der Scala tympani. Die Venenästchen treten hauptsächlich über die untere Wand der Scala tympani in die V. spiralis anterior oder die V. spiralis posterior; nur seltenere und kleinere Zweige verlaufen über die obere Wand der Scala vestibuli in die V. spiralis anterior. Sowohl die Kapillarnetze der Stria vascularis als auch die Spiralgefässe der Prominentia spiralis und der Crista basilaris zeigen die nämlichen Verhältnisse wie beim Menschen.

B. Nicht übereinstimmende oder neue Ergebnisse.

Dieselben sind im Verhältnisse zu den vielen übereinstimmenden Resultaten nur ganz unbedeutend und mehr untergeordneter Natur. Sie erklären sich im wesentlichen, soviel sie die Schnecke betreffen, daraus, dass letztere beim Hunde eine Windung mehr beträgt als beim Menschen

12. Die A. cochleae propria gibt längs ihres Verlaufes in der Regel drei Äste in der Basalwindung und zwei Äste an der zweiten Windung ab, welche sich in das Ligamentum spirale verzweigen. Beim Menschen dagegen finden sich nur 2—3 Hauptzweige der A. cochleae propria.
13. Die beiden Venen an den konkaven Seiten des vorderen und des hinteren Bogenganges vereinigen sich an dem Crus commune schon in der Nähe der Vereinigungsstelle der Bogengänge, während sie beim Mensehen getrennt über das ganze Crus commune hinunterlaufen und erst auf der Wand des Vestibulum an verschiedenen Stellen in die V. aquaeductus vestibuli einmünden.
14. Die vordere Spiralvene bildet beim Hunde bis zu der obersten Spitze der Schecke spiralförmige Touren, die einfacher sind als beim Menschen; bei letzterem teilt sie sich von der zweiten Hälfte der Mittelwindung an aufwärts in zwei kräftige Äste, wovon der kürzere in gleicher Richtung weiterläuft und der andere steil in die Spitzenwindung aufsteigt. Die Zahl der Windungen dieses Gefässes beträgt also wie diejenigen der Schnecke ca. $3^1/_2$. Von den tympanalen Skalawänden nimmt sie das Blut beim Menschen oberhalb des oberen Endes des ersten Viertels der Mittelwindung auf und beim Hunde von der zweiten Hälfte der Basalwindung aufwärts.
15. Die hintere Spiralvene versorgt beim Menschen die Basalwindung und eine kurze Strecke der Mittelwindung und sieht ziemlich einfach aus, während sie beim Hunde bloss das Blut des ersten Zweidrittels bis $^1/_2$ der Basalwindung abführt und früher oder später einen oder zwei, fast parallel ziehende grössere Äste aufnimmt, die oft auch unmittelbar in die V. aquaeductus cochleae eintreten.

16. Die V. vestibuli posterior ist nicht so stark entwickelt, da sie meistens nur aus der Umgebung der hinteren Ampulle entspringt oder in seltenen Fällen sich bis zu dem hinteren Schenkel des äusseren Bogenganges erstreckt.
17. Oft haben wir beim Hunde zwei Spiralgefässe nahe den Ansatzstellen der Reissnerschen und der Cortischen Membran gesehen, welche beim Menschen sicher nicht vorhanden sind.
18. Die im Duralüberzug des inneren Gehörganges verlaufenden wandständigen und die im Hörnerven selbst oder in der ihn umgebenden Arachnoidal- und Pialmembran ziehenden Venen stehen in der Spindel untereinander in vielfacher Verbindung und bilden zusammen ein so grosses Gefässnetz, dass man nicht ganz leicht die eigentliche zentrale Schneckenvene als ein schwächeres Gefäss auffinden kann.
19. Der Kuppelblindsack und das oberste Ende der Lamina spiralis werden von den Zweigen der A. cochleae propria versorgt und das venöse Blut wird durch die Zweige der V. spiralis anterior abgeführt. Merkwürdig sind die besonderen, rückwärts laufenden Zweige der A. cochleae propria an den obersten Teilen der Lamina spiralis und des Ligamentum spirale.

Zum Schluss halte ich es für eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Siebenmann, der die Anregung zu dieser Arbeit gegeben hat und bei derselben gemeinsam mit Herrn Dr. F. Nager, I. Assistenten der Klinik, mich unterstützt hat, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Literatur-Verzeichnis.

1. Siebenmann, Die Blutgefässe im Labyrinth des menschlichen Ohres.
2. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. III. 1902.
3. Huschke, Über die Gehörzähne. Müllers Archiv. 1835.
4. Hopmann, Verhandlungen der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Breslau 1904, pag. 379.
5. Schwalbe, G., Ein Beitrag zur Kenntnis der Zirkulationsverhältnisse in der Gehörschnecke. Festschrift zu Karl Ludwigs 70. Geburtstag. Leipzig 1886.

   Schwalbe, G., Über die Glomeri arteriosi der Gehörschnecke. Anatomischer Anzeiger 1887.

   Schwalbe, G., Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane 1887.
6. Eichler, O., Anatomische Untersuchungen über die Wege des Blutstromes im menschlichen Ohrlabyrinth. Abhandlung der math.-physikalischen Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften Bd. XVIII. 1892.
7. Shambaugh, The distribution of Bloodvessels in the labyrinth of the ear of Sus scrofa domesticus. The decennial publications of the university of Chicago 1903.

   Shambaugh, Die Verteilung der Blutgefässe im Ohrlabyrinth des Schafes und des Kalbes. Zeitschr. f. Ohrenheilk. XLVIII, 1904.
8. Schönemann, Demonstration von Plattenmodellen des menschlichen Gehörorgans. 78. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart 1906.
9. Ranvier, Traité technique d'histologie. Paris 1889.
10. Hyrtl, Handbuch der praktischen Zergliederungskunst, 1860.
11. Weigert, Encyclopädie der mikroskopischen Technik, 1903.
12. Siebenmann, Mittelohr und Labyrinth, 1897.
13. Denker, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Gehörorgan der Säugetiere, 1899.

14. Hyrtl, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugetiere, 1845.

Hyrtl, Die Korrosionsanatomie des knöchernen Labyrinthes des menschlichen Ohres. 1890.

15. Voltolini, Einiges Anatomisches aus der Gehörschnecke und über die Funktion derselben, resp. des Gehörorgans. Virchows Archiv, Bd. 100.

Voltolini, Über die Gehörzähne der Schnecke des Menschen und deren Gefässe. Virchows Archiv, Bd. 104.

16. Retzius, Das Gehörorgan der Wirbeltiere, Bd. II, 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 33.

Rechtes Vestibulum.

aam. Äussere Ampulle.
anp. A. nervi ampullae posterioris.
ass. Ast der A. vestibuli anterior des Sinus superior.
as. A. saccularis.
ava. A. vestibuli anterior.
avp. A. vestibuli posterior.
caa. Crista acustica ampullae anterioris mit dem Kapillarnetz.
cae. Crista acustica ampullae externae mit dem Kapillarnetz.
cap. Crista acustica ampullae posterioris mit dem Kapillarnetz.
cc. Crus commune.
hab. Ampullärer Schenkel des äusseren Bogenganges.
ham. Hintere Ampulle.
hhb. Ampullärer Schenkel des hinteren Bogenganges.
msc. Macula acustica sacculi mit ihrem Kapillarnetz.
mut. Macula acustica utriculi mit ihrem Kapillarnetz.
raa. Ramus ampullae anterioris.
rae. Ramus ampullae externae.
rap. Ramus ampullae posterioris.
rus. Rami utriculi et sacculi.
sc. Sacculus.
ut. Utriculus.
vab. Vorderer Schenkel des äusseren Bogenganges.
vac. V. aquaeductus cochleae.
vam. Vordere Ampulle.
vav. V. aquaeductus vestibuli.
vbg. Vorderer Bogengang.

vbs. Vorhofsblindsack.
vs. V. saccularis.
vss. Venen des Sinus superior.
vva. V. vestibuli anterior.
vvp. V. vestibuli posterior.

Tafel 34.

Linke Schnecke.

aap. Anastomosen zwischen V. spiralis anterior und posterior.
acc. A. cochleae communis.
acp. A. cochleae propria.
ahb. Ast der A. vestibuli posterior des ampullären Schenkels des hinteren Bogenganges.
aoz. Arteriolen der oberen Zwischenwand.
apf. 5. Ast der A. cochleae propria.
app. 1. Ast der A. cochleae propria.
aps. 2. Ast der A. cochleae propria.
apt. 3. Ast der A. cochleae propria.
apv. 4. Ast der A. cochleae propria.
ava. A. vestibuli anterior.
avc. A. vestibulo-cochlearis.
avp. A. vestibuli posterior.
auz. Arteriolen der unteren Zwischenwand.
azg. Äste der A. cochleare propria des Ganglion spirale.
cls. Kapillarnetz des Lig. spirale.
cm. Kapillarnetz des Modiolus.
gvu. Grosse Venen der unteren Zwischenwand.
hhb. Hinterer Schenkel des hinteren Bogenganges.
kbs. Kuppelblindsack.
rc. Ramus cochlearis.
sps. Spiralgefässe des Spiralblattes.
svb. Stria vascularis der Basalwindung.
vai. V. auditiva interna.
vac. V. aquaeductus cochleae.
vbs. Vorhofblindsack.
vsa. V. spiralis anterior.
vsp. V. spiralis posterior.

vs. Spiralblattvene.
vma. Venen des Modiolus zu der V. spiralis anterior.
vn. Venen des runden Fensters
voz. Venen der oberen Zwischenwand.
vuz. Venen der unteren Zwischenwand.
vve. V. vestibuli anterior.
vvp. V. vestibuli posterior.

Tafel 35.

Stria vascularis und Lamina spiralis des Endteiles der zweiten Windung der rechten Schnecke.

aoz. Arteriolen der oberen Zwischenwand.
apt. Dritter Ast der A. cochleare propria.
cav. Communicationen zwischen den radiären Arterien und Venen.
cls. Kapillarnetz des Lig. spirale.
csv. Kapillarnetz der Stria vascularis.
gao. Ganglionarer Zweig der V. spiralis anterior von oben.
gas. Ganglionarer Zweig von der radiären Arterie des Spiralblattes.
gau. Ganglionarer Zweig der V. spiralis anterior von unten.
gsv. Ganglionarer Zweig der Spiralblattvene.
gts. Ganglionarer Zweig des Tractus spiralis arteriosus.
ls. Ligamentum spirale.
oas. Ast der oberen Zwischenwandarterie der Stria vascularis.
ova. Oberer Abschnitt der V. spiralis anterior.
nb. Nervenbündel in der Lamina spiralis.
ras. Radiäre Arterie des Spiralblattes.
rvs. Radiäre Vene des Spiralblattes.
rm. Reissnersche Membran.
sb. Spiralblattvene.
scb. Spiralgefäss der Crista basilaris.
scm. Spiralgefäss der Ansatzstelle der Cortischen Membran.
sct. Spiralgefäss des Cortischen Tunnels.
sfn. Spiralgefäss des Labium tympanicum.
sgs. Schnittfläche des Ganglion spirale.
sps. Spiralgefäss der Prominentia spiralis.
srm. Spiralgefäss der Ansatzstelle der Reissnerschen Membran.

st. Scala tympani.
sv. Scala vestibuli.
tsa. Tractus spiralis arteriosus.
uva. Unterer Abschnitt der V. spiralis anterior.
uvs. Ast der unteren Zwischenwandvene der Stria vascularis.
voz. Venen der oberen Zwischenwand.
vuz. Venenen der unteren Zwischenwand.

Tafel 36, Fig. 1.

Ein Stück des Spiralblattes des Anfangsteiles der dritten Windung der rechten Schnecke.

arv. Anastomosen zwischen den radiären Venen.
cb. Crista basilaris.
csb. Kapillarnetz der Wurzel des Spiralblattes.
ras. Radiäre Arterien des Spiralblattes.
rvs. Radiäre Venen des Spiralblattes.
sbv. Spiralblattvene.
scm. Spiralgefäss nahe der Ansatzstelle der Cortischen Membran.
sct. Spiralgefäss des Cortischen Tunnels.
sfn. Spiralgefäss des Labium tympanicum.
srm. Spiralgefäss der Ansatzstelle der Reissnerschen Membran.
tap. Dritter Ast der A. cochleare propria.
tsa. Tractus spiralis arteriosus.
vsa. V. spiralis anterior.

Tafel 36, Fig. 2.

Spitze der rechten Schnecke.

acp. A. cochleae propria.
aes. Ast der A. cochleae propria am Ende des Spiralblattes.
aks. Zweige derselben am Kuppelblindsack.
aoz. Arteriole der oberen Zwischenwand.
asv. Zweig der A. cochleae propria, welche zur Stria vascularis ziehen.
auk. id. zum unteren Teile des Kuppelblindsackes.

cls. Kapillarnetz des Ligamentum spirale.
dw. Dritte Windung der Schnecke.
ecp. Endast der A. cochleae propria.
ht. Heliocotrema
ova. Oberster Ursprung der Vena spiralis anterior in der Lagena.
ras Radiäre Arterie des Spiralblattes.
rvs. Radiäre Vene des Spiralblattes.
sp. Spiralblatt.
sv. Stria vascularis.
vsa. V. spiralis anterior.
vuk. Venengeflecht des unteren Teiles dos Kuppelblindsackes.
vuz. Vene der unteren Zwischenwand.

ÜBER DIE

ENTWICKELUNG UND „WANDERUNG“ DER ZWEIGE DER AORTA ABDOMINALIS BEIM MENSCHEN

NEBST

BEMERKUNGEN ÜBER GEFÄSSWURZELWANDERUNGEN IM ALLGEMEINEN.

VON

IVAR BROMAN,

LUND.

Mit 43 Figuren im Text und auf Tafel 37—41.

Einleitung.

Während meiner Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Bursa omentalis konnte ich als Nebenresultat die Tatsache feststellen, dass eine beim Erwachsenen sehr seltene Gefässanomalie, nämlich eine zweiwurzelige Arteria mesenterica superior, fast regelmässig bei menschlichen Embryonen von 5—11,7 mm Sch.-St.-Länge zu finden war (Vgl. Broman, 1904; Ergebnis Nr. 138 S. 594!).

Bei einem einzelnen menschlichen Embryo von 7 mm Länge hatte schon vorher Mall (1891) eine zweiwurzelige Arteria mesenterica superior beschrieben, und etwa gleichzeitig mit mir machte Tandler (1903, 1 u. 2) eine ähnliche Beobachtung bei zwei 9 mm langen menschlichen Embryonen.

Tandler ist der erste Autor, welcher die Entwickelungsgeschichte der menschlichen Darmarterien eingehender untersucht hat. Tandlers Untersuchungsmaterial war indessen nicht vollständig genug, um z. B. die Frage zu beantworten, ob die einfachen Ventralzweige der Aorta abdominalis aus den frühzeitigeren Ventralzweigpaaren (Mall, 1897) durch Verschmelzung der beiden Arterien desselben Paares entstehen, oder — wie Thane (1892) lieber annehmen will — dadurch, dass die Arterie der einen Seite in ihrer Entwickelung unterdrückt wird und atrophiert.

Ich hätte mich nun darauf beschränken können, diese Lücke unseres Wissens zu erfüllen. Da ich indessen während meiner Bursa-omentalis-Arbeit in der Lage gewesen war, ein recht viel grösseres Embryonalmaterial auch betreffs der Bauchgefässentwickelung zu untersuchen, und hierbei zu der Ansicht gekommen war, dass schon während der Entwickelung dieser Gefässe gewisse Variationen derselben möglich sind, welche Tandler — des kleineren Materials wegen — nicht hatte berücksichtigen können, so beschloss ich mich dafür, meine diesbezüglichen Untersuchungen vollständig zu veröffentlichen.

Da die Entwickelung der Lateralzweige der Aorta und die Entstehung der bleibenden Arteria sacralis media beim Menschen nie Gegenstand einer systematischen Untersuchung gewesen waren, dehnte ich meine Untersuchungen hierauf aus.

Historik.

Bei einem 2,6 mm langen menschlichen Embryo (M.), bei welchem die Aortae descendentes noch nur in sehr kurzer Ausdehnung (etwa 0,27 mm) miteinander zu einer unpaaren Aorta verschmolzen waren, fand His (1880) die Arteria omphalomesenterica durch zwei gleichdicke Gefässe repräsentiert, welche beide in der Höhe des 1. Dorsalsegmentes (eng nebeneinander) von der Aortavorderseite ausgingen und „für die Nabelblase bestimmt“ [1]) waren (l. c. Taf. VI Fig. 15). Im übrigen konnte er bei der grossen Schnittdicke (0,1 – 0,66 mm) keine Aortenzweige sehen (l. c. S. 124).

1) In Fig. M. 5 Taf. VII. wird indessen das linke Gefäss als Art. coeliaca und das rechte als Art. mesenterica superior bezeichnet.

Bei den 7–7,5 mm langen Embryonen A und B fand derselbe Autor (l. c. S. 81) „ausser einer Reihe von kleineren, für die Wolffschen Körper bestimmten“ Aortazweigen „auch einige in das Magen- und Darmgekröse eintretende Gefässe“, die er als Arteria coeliaca und als Arteria mesenterica superior deutete. Die letztgenannte Arterie teilte sich gabelig und verliess den Körper mit dem Darmstiele. — Eine Arteria sacralis media wird nicht erwähnt, und die Arteriae umbilicales werden als direkte Fortsetzungen der Aorta beschrieben. Auch bei älteren menschlichen Embryonen (des 2. Monats) hat offenbar His keine Arteria sacralis media gesehen. Dagegen hat His bei diesen älteren Embryonen dorsale Segmentalzweigpaare sowohl in der Hals- wie in Brust- und Bauchgegend beobachtet (l. c. Teil III, S. 193).

Bei einem 5,6 mm langen menschlichen Embryo beschreibt Fol (1884) die Arteriae umbilicales als direkte Fortsetzungen der Aorta. Weder eine Arteria sacralis media noch segmentale Aortazweige hat dieser Autor hier gesehen. Von der Ventralseite der Aorta sah er nur eine einfache Arteria omphalo-mesenterica (l'artère vitello-intestinale ou omphalique“) ausgehen.

Lockwood (1885) macht einen Versuch, die Entwickelung der menschlichen Abdominalarterien klarzustellen. In der mir zugänglichen Publikation wird leider das für die betreffende Untersuchung benutzte Material nicht näher angegeben. — Die Ergebnisse Lockwoods waren:

1. „That the arteries of the abdomen, including the splenic and hepatic, were originally derived from the dorsal aorta for the supply of the midgut.

2. That they reach their destinations by passing through the mesentery.

3. That they participate in all changes the mesentery undergoes.

4. That if an organ is developed in the mesentery or from the gut, it will obtain part at least of its blood supply from the vessels of the mesentery or gut, and that these will conforme to the preceding rules."

Ausserdem hebt Lockwood hervor, dass in frühzeitigen Entwickelungsstadien „vessels extend at very frequent intervals from the dorsal aorta to the intestin" und dass sowohl die Arteria gastrica wie die Arteria hepatica je für sich „one of the original arteries of the mesenterium" darstellen sollen.

Janošik (1887) beschreibt bei einem 3 mm langen menschlichen Embryo in ähnlicher Weise wie Fol die Arteriae umbilicales („iliacae") als Fortsetzungen der Aorta und erwähnt in dem Text keine Arteria sacralis media. An seiner Fig. 2 (l. c. Taf. 34) findet man indessen eine die Aorta fast bis zur Schwanzspitze direkt fortsetzende, recht dicke Arterie, welche offenbar als die Arteria sacralis media anzusprechen ist. — Ausser zahlreichen Aortenästchen „an die Mesoblastsomiten" fand Janošik zwei stärkere Stämmchen und einige kleinere Gefässchen, welche sich von der einfachen Aorta descendens abzweigten. Er nimmt als wahrscheinlich an, dass die betreffenden Stämmchen die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica (superior?) darstellen, will sich aber hierüber nicht bestimmt äussern, da er der Ansicht ist, dass die Gefässverhältnisse sich während der Embryonalzeit stark verändern.

Phisalix (1888) hat ebenfalls die Arteria sacralis media bei einem jungen menschlichen Embryo (10 mm lang) abgebildet. An seiner Fig. 40 sieht man die Aorta sich caudalwärts von der Abgangsstelle der beiden Arteriae umbilicales in ein langes Gefäss bis zur Schwanzspitze fortsetzen. Offenbar stellt dieses Gefäss die Arteria sacralis media dar. Dasselbe wird aber weder in der Figurenerklärung noch

im Text erwähnt. „Les arterès ombilicales“, sagt Phisalix trotz dieses Befundes, „sont, pour ainsi dire, la continuation du tronc de l'aorte d'où elles divergent à la naissance du membre inférieur.“ — Die dorsalen Segmentalzweige wurden von Phisalix beobachtet, aber zum grössten Teil nicht abgebildet, weil sie wie Kapillaren klein waren. — Phisalix bildet 3 Ventralzweige der Aorta ab: 1. einen kleinen, gegenüber dem 12. Körpersegment ausgehenden Zweig, welcher von Phisalix unbenannt bleibt, aber offenbar als Arteria coeliaca anzusprechen ist; 2. eine einfache, aber sehr mächtige Arteria mesenterica superior („l'Artère vitelline“), welche gegenüber dem 14. Körpersegment ausgeht, und 3. eine kleine, dem 20. Segment gehörende Arteria mesenterica inferior. Die Arteriae umbilicales zweigten sich im 23. Segment von der Aorta ab.

Bei einem 7 mm langen menschlichen Embryo beschreibt Mall (1891) das uns interessierende Arteriensystem folgendermassen:

„On the dorsal side of the aorta there are, on either side, twenty-one segmental arteries, the first being in front of the first cervical nerve, and the last behind the twelfth dorsal. — Following the segmental branches backward, I find that between the fifth and sixth cervical nerves, a branch passes from the segmental into the anterior extremity. Although this twig arises (as far as the relation of the subclavian artery to the brachial plexus is concerned) one segment too far forward, I think it must represent the future subclavian. From this point on down to the first lumbar, the segmental arteries gradually diminish in size. Below the first lumbar nerve no segmental branches arise from the aorta“.

„Between the lateral and ventral sides of the aorta there are fourteen pairs of segmental branches, which pass to the Wolffian body. Each pair arises on the ventral side just op-

posite the origin of the branches which pass towards the spina, cord. The anterior branches, which are quite small, arise between the seventh end eight cervical nerves, and pass directly to the anterior end of the Wolffian body. Back of this pair the branches are of about equal size, the last being in front of the first lumbar nerve."

„On the ventral median line of the aorta there are two distinct branches, — coeliac axis and the omphalo-mesenteric. At the fourth lumbar several small branches are given off from the ventral side of the aorta, and break up into a capillary network which extens throughout the mesentery."

„Although the branch to the stomach and liver has already all its relations to these organs, as the coeliac axis in the adult, its origin is far too far forward. Other embryos, however, demonstrate that the origin of this vessel is constantly shifting as the following table shows: —

	Length in Millimeters	Origin of coeliac Axis
His' embryo M	2,6	Opposite 1 st dorsal nerve
Dog embryo	10	„ 2 d „ „
His' embryo B	7	„ 2 d „ „
Dog embryo	10	„ 4 th „ „
Human embryo	7	„ 4 th „ „
His' embryo A	7,5	„ 6 th „ „
Cat. embryo	12	„ 10 th „ „
Dog embryo	13,5	„ 10 th „
Adult, human		Behind 12 th „
„ cat		„ 12 th „ „
„ dog		„ 12 th „ „

„It is only left for us to conclude that the stomach, liver and pancreas receave their artery while the lie dorsal to the

heart, and as their organs move backward the origin of the coeliac axis is gradually shifted in the same direction."

„In these cases the omphalo-mesenteric artery is also shifted with the coeliac axis. In our embryo this vessel has a double origin[1]), which indicates that this movement may be brought about by an anastomosis forming and then occlusion of the old origin. There is no twig from the omphalo-mesenteric to the mesentery."

Gegenüber dem 4. Lumbalnervenpaar geht die Aorta in die beiden Arteriae umbilicales direkt über. Eine Arteria sacralis media wird weder in den Figuren abgebildet, noch in dem Text erwähnt. Offenbar hat aber Mall später eine solche gefunden, denn in einer späteren Publikation erwähnt er von demselben Embryo, dass dieser eine kleine Arteria lumbalis 4. besitzt, welche von der Arteria sacralis media ausgeht.

Die oben referierten, interessanten Beobachtungen und Ausführungen, nach welchen die zuerst auftretenden Wurzelpartien der Arteria coeliaca bezw. der Arteria mesenterica superior zugrunde gehen und durch neue, mehr caudal gelegene ersetzt werden, wird in einer späteren Arbeit von Mall (1897) noch stärker und zwar speciell beim Menschen begründet. Über diese Caudalwärtsverlagerung der Arteria coeliaca bei menschlichen Embryonen gibt er 1897 folgende (umstehende) Tabelle.

„The table", setzt Mall fort, „shows that the arteries arising from the ventral side of the aorta to supply the stomach and intestines are constantly shifting until their definite origin is finally reached. In these specimens the omphalomesenteric artery is shifted ahead of the coeliac axis. In embryo No. II the omphalomesenteric artery has a double origin from the aorta,

[1]) An der Fig. 1, Taf. XXX (l. c.) ist ersichtlich, dass die craniale Wurzel dieser Arterie von dem 5., der caudale von dem 6. Segment ausgeht.

„Table showing point of origin of Coeliac Axis.

Embryo	Length in Millimeters	Origin of Coeliac Axis
Nr. XII.	2,1	Opposite 4 th cervical nerve [1]
His' Embryo M	2,6	„ 1 st dorsal „ [2]
„ „ B	7	„ 2 nd „ „ [3]
Nr. II.	7	„ 4 th „ „
His' Embryo A	7,5	„ 6 th „ „ [4]
Nr. XLIII.	13	„ 10 th „ „
Nr. IX.	14	„ 11 th „ „
Nr. XXII.	18	„ 11 th „ „
Nr. XVII.	16	„ 12 th „ „
Nr. LVII.	20	Below 12 th „ „
Adult.		„ 12 th „ „

which indicates that this movement may be brought about by a new anastomosis forming, which is then followed by an occlusion of the old origin. At any rate it is impossible that the whole aorta shifts with the abdominal viscera, for it is bound to the vertebrae and muscle plates through the segmental arteries.“

In einer späteren Publikation hebt Mall (1898) hervor, dass die Arteria iliaca communis ebensowenig wie die Aorta descendens als eine segmentale Arterie betrachtet werden könne, denn „the hypogastric artery is present long before the segmental arteries are formed near its junction with the aorta. — — — We can only locate its origin in the neighborhood of the fourth lumbar artery.“

---

1) In the first two embryos the omphalomesenteric artery is noted and not the coeliac axis.

2) Compare Fig. 15, Plate VI, His' Atlas, with M_4. Pl. VII.

3) Compare Fig. 35 Plate II, His' Atlas, with Fig. 1, Plate I.

4) Compare Figs. 79 and 86, His' Atlas, with Fig. 4. Plate I.

Bei einem 2,1 mm langen menschlichen Embryo, bei welchem die Aortae descendentes noch überall paarig waren, hat Mall (1897) auch die interessante Beobachtung gemacht, dass jede Aorta segmentale Ventralzweige nach der Vesicula umbilicalis entsendet (l. c. Fig. 16, S. 418). Er bildet 10 solche Arterien ab, welche von den 4.—13. Segmenten der einen Aorta ausgehen. Diese Arterien „are“ — schreibt er —, „of course, temporary; they may be called collectively the omphalo-mesenteric arteries. As the permanent omphalo-mesenteric artery arises more aboral than any of these, it is easy to understand that most of them must degenerate.“ — In einer späteren Arbeit (Mall, 1898 S. 363 Anm.) sagt Mall betreffs derselben Ventralzweige der Aorta desselben Embryos folgendes: „In a short time these all disappear, only to repeat themselves over the body of the embryo. In turn this second set disappears as soon as the umbilical vein enters the liver.“

Auf Anregung von G. Schwalbe hat Frédéric (1897) die Zahl und Anordnung der kleinen, schon seit Haller bekannten Ästchen der Aorta abdominalis bei zwei menschlichen Feten (vom 6.—7. Monat), fünf Kindern und Neugeborenen und zwei Erwachsenen näher untersucht. Bei demselben Material wurden auch die grossen Aortenäste hinsichtlich ihrer segmentalen Lage (d. h. ihrer Lage im Verhältnis zu den Ausgangsstellen der Arteriae lumbales etc.) studiert.

Bei dem einen Fetus (von 28,5 cm Totallänge) fand Frédéric fünf von der Aorta abdominalis in regelmässigen Intervallen von je einem Segment (vom 12. Thoracal bis 4. Lumbalsegment) ausgehende Ventralzweige. Drei von diesen waren grosse Äste und stellten die Arteria coeliaca (vom 12. Thoracalsegment), die Arteria mesenterica superior (vom ersten Lumbalsegment) und die Arteria mesenterica inferior (vom dritten Lumbalsegment) dar. Die Ventralzweige des zweiten und vierten Lumbalsegments waren dagegen beide feine Ästchen,

welche sich nach kurzem Verlauf im subperitonealen Bindegewebe verloren. Frédéric fasst diese Ästchen als frühere Darmartien auf und nimmt — auf Grund des erwähnten Befundes — an, „dass ursprünglich fünf Darmarterien in segmentaler Anordnung aus der Aorta kamen, von denen sich späterhin nur drei weiter entwickelt haben, zwei rudimentär geworden sind.“ Das betreffende Ästchen des zweiten Lumbalsegmentes ist nach Frédéric nur noch beim Fetus zu finden; das Ästchen des vierten Lumbalsegmentes ist dagegen — wie übrigens schon aus der Beschreibung Theiles (1841) hervorgeht — „auch noch beim Kind und Erwachsenen als kleiner Ast zum Bindegewebe zu treffen.“

Wie aus den Figuren Frédérics hervorgeht, fand dieser Autor die erwähnte streng metamere Anordnung der Ventralzweige der Aorta weder bei dem anderen Fetus (von 31 cm Totallänge) noch bei den Kindern oder Erwachsenen wieder. Teilweise erklärt er aber dieses durch die Annahme, dass gewisse Aortenäste ihre Ausgangsstellen sekundär verlagern. So glaubt er durch Messungen an seinem Material feststellen zu können 1. „dass der Abstand zwischen dem Ursprung der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica inferior mit dem Alter zunimmt“ und 2., dass die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior einander während der extrauterinen Entwickelung absolut näher rücken. Aus seinen Messungen ginge nämlich hervor, „dass der Abstand zwischen der A. coeliaca und der A. mesenterica superior beim Erwachsenen Null beträgt, beim Kind und Neugeborenen zwischen 2,0—3,5 mm schwankt.“ Diesen Befund erklärt nun Frédéric durch die Annahme, „dass das Wandungsstück der Aorta, welches zwischen dem Ursprung der A. coeliaca und der Arteria mesenterica superior liegt, zunächst im Wachstum allmählich zurückbleibt, sodann allmählich in die Wandung der beiden benachbarten Gefässe aufgenommen wird, so dass schliesslich der Abstand vollständig verschwindet.“

Zu den seitlichen Aortenzweigen rechnet Frédéric nicht nur die Arteriae suprarenales, renales und spermaticae internae, sondern auch einige sehr variante Ästchen, welche entweder von den Lateralseiten oder von den lateralen Partien der Ventralseite der Aorta ausgehen und zu Lymphdrüsen oder zum Bindegewebe abgegeben werden. Auch die Arteriae phrenicae inferiores sind in gewissen Fällen als Lateralzweige der Aorta zu betrachten. „Wenn sie aber aus der A. coeliaca oder aus der Aorta von deren Vorderseite dicht über der A. coeliaca kommen, so erscheint es richtiger, dieselben zu den vorderen Ästen zu stellen. Eine sichere Entscheidung ist indes nicht möglich." (Frédéric l. c. p. 705.)

„Die Klassifizierung der seitlichen Äste der Bauchaorta vom Gesichtspunkte einer segmentalen Anordnung ist" — sagt Frédéric — „schwer durchzuführen. Nur für wenige Äste lässt sich mit einer Sicherheit bestimmen, welchem Segment sie angehören. So z. B. ist die A. spermatica je nach ihrem Ursprung dem zweiten oder dritten Lumbalsegment zuzurechnen. Die Aa. renales gehören zum zweiten Lumbalsegment, da sie in der Mehrzahl der Fälle in der Höhe der A. lumbalis II oder nahe ober- oder unterhalb entspringen. In Fall IV [1]) besteht eine beträchtliche Ursprungsdifferenz und hier ist offenbar die linke Nierenarterie dem ersten Lumbalsegment, die rechte dem zweiten Lumbalsegment zuzuzählen."

Mit Hochstetter findet Frédéric es wahrscheinlich, dass die Arteriae spermaticae von früheren segmentalen Urnierenarterien abzuleiten sind. Auch vermutet er, dass die A. renalis aus einer der segmentalen Urnierenarterien entsteht.

„Was die übrigen Äste" — setzt er fort —, „die Aa. phrenicae, suprarenales und hauptsächlich viele der kleinen seitlichen Ästchen zum Bindegewebe etc. betrifft, so ist es durchaus

1) Fünfmonatliches Kind.

unmöglich, dieselben nach einem metameren System zusammenzustellen.“ Einzelne dieser seitlichen Ästchen, welche indessen metamere Anordnung zeigten, betrachtet Frédéric als rudimentäre accessorische Arteriae spermaticae.

Frédéric vermutet, „dass in vielen Fällen ursprünglich vier, jederseits zwei Arterien, zu den Geschlechtsdrüsen resp. Urniere verlaufen, von denen das eine Paar dem zweiten, das zweite Paar dem dritten Lumbalsegment angehört.“ „Es ist nun,“ sagt er weiter, „die Möglichkeit vorhanden, dass sich sämtliche vier Arterien weiter entwickeln, so dass auf den beiden Seiten die Samenarterien doppelt sind. Diese Varietät kommt in der Tat vor (Theile). Oder es entwickeln sich nur zwei Arterien, entweder je eine Arterie von jedem Paar oder ein ganzes Paar wird rudimentär, das andere allein entwickelt sich weiter.“

Bei einem sehr jungen menschlichen Embryo von 1,3 mm Länge (etwa zwei Wochen alt) beschreibt Eternod (1898) zwei überall weit getrennte Aortae descendentes, welche sich caudalwärts in je eine Arteria umbilicalis direkt fortsetzten (Fig. 1 und 2, Taf. 37). Eine Anlage der Arteria sacralis media wurde also nicht beobachtet. Auch werden keine von den Aorten ausgehenden Segmentalzweige erwähnt.

Tandler (1903: 1 und 2) untersuchte die Entwickelung der Darmarterien bei sieben menschlichen Embryonen von 5 bis 17 mm Länge.

Bei dem 5 mm langen Embryo gingen von den 7.—22. Aortensegmenten je ein medianer unpaarer Ventralzweig zu dem Darme ab. Die meisten von diesen waren klein und ohne erkennbare Anastomosen zwischen einander. Diejenigen der 10.—13. Segmente waren dagegen durch eine Längsanastomose miteinander verbunden und teilweise sehr stark entwickelt. Sie bildeten die Wurzeln einer mächtigen Arteria omphalomesenterica. Auch die Ventralzweige der 7. und 8. Segmente waren miteinander durch eine Längsanastomose verbun-

den. Sie bildeten die Wurzeln einer kleineren Arterie, deren Zweige — nach der von Tandler gegebenen Abbildung zu urteilen — zu dem Verästelungsgebiet der späteren Arteria coeliaca gehen. Nach Tandler stellt indessen diese Arterie nicht die Anlage der definitiven Arteria coeliaca dar.

Die letztgenannte soll nämlich aus der cranialsten Wurzel der Arteria omphalo-mesenterica, also aus dem Ventralzweig des 10. Aortensegmentes hervorgehen. Aus den drei caudalen Wurzeln der Arteria omphalo-mesenterica soll dagegen die Arteria mesenterica superior gebildet werden.

Den weiteren Verlauf der Arteria omphalo-mesenterica bei dem 5 mm langen Embryo schildert Tandler folgendermassen:

„Die Arteria omphalo-mesenterica verläuft ein Stück weit ventralwärts, teilt sich hierauf in einen rechten und in einen linken Schenkel, welche sich um den Darm gerade an der Abgangsstelle des Ductus omphalo-mesentericus legen. Ventral vom Darm stehen die beiden Arterienschenkel durch eine quere Anastomose in Verbindung. Darm und Anfangsteil des Dotterganges stecken demnach in einem Arterienring. Die beiden Arteriae omphalo-mesentericae sind distalwärts weit verfolgbar.“ Die Anlage der Arteria mesenterica inferior war bei diesem Embryo nicht anzugeben, da die caudalwärts von der Arteria omphalo-mesenterica ausgehenden segmentalen Ventralzweige der Aorta alle gleichgross waren.

Auch aus den seitlichen Partien der Aorta gingen segmentale Zweige heraus. Von dem 8. bis zum 20. Segmente (inklusive) kam nämlich jederseits je eine kleine Arterie, welche zur Urniere verfolgt werden konnte.

Wie aus dem von Tandler gegebenen Textfigur 1 (l. c. S. 192) ersichtlich ist, setzte sich die Aorta in eine anfangs sehr dicke Arteria sacralis media fort. Die Arteriae umbilicales gingen mit je zwei Wurzeln von der Aorta ab. Die eine von diesen Wurzeln kam von der ventralen Partie des 23.

Aortensegmentes, die andere von der lateralen Partie des 25. Aortensegmentes. Zwischen den beiden Arterienwurzeln verlief jederseits der Wolffsche Gang. Da die ventrale Wurzel der Arteria umbilicalis die stärkere war, betrachtet Tandler diese als eine primäre Wurzel des betreffenden Gefässes und die laterale Wurzel als eine sekundäre. Die von Hochstetter bei Kaninchenembryonen gemachte Beobachtung, dass die Arteria umbilicalis zuerst eine (temporäre) medio-ventrale Wurzel besitzt und erst sekundär eine (persistierende) latero-dorsale Wurzel bekommt, glaubt also Tandler durch den oben erwähnten Befund auf menschliche Embryonen ausdehnen zu dürfen.

Eine Arteria mesenterica inferior ist nach Tandler zuerst an 9 mm langen menschlichen Embryonen nachweisbar. Bei einem 9 mm langen Embryo zweigte sie sich einfach von 20. Aortensegment ab; bei einem anderen, gleich langen aber etwas älteren Embryo ging dieselbe Arterie mit zwei Wurzeln von den 21. und 22. Aortensegmenten heraus.

Auch die Arteria coeliaca beschreibt Tandler als zuerst bei den 9 mm langen Embryonen auftretend. Bei beiden ging sie von dem 12. Aortensegment einfach heraus.

Die Anlage der Arteria mesenterica superior war bei beiden diesen Embryonen zweiwurzelig. Bei den älteren Embryonen war sie nur einwurzelig.

Bei den 9 mm langen Embryonen waren noch einzelne der kleineren Ventralzweige, welche zwischen der Arteria mesenterica superior und der Arteria mesenterica inferior von der Aorta ausgingen, oder wenigstens Rudimente davon zu erkennen. Bei den älteren Embryonen waren sie dagegen alle verschwunden.

Die oben referierte Beobachtung von Mall, dass die Ursprünge der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior während der Embryonalentwickelung caudalwärts verschoben werden, wird von Tandler bestätigt. Dieser

Autor stellt ausserdem fest, dass gleichzeitig auch die Ursprungspartie der Arteria mesenterica inferior — wenn auch weniger weit — caudalwärts verlagert wird.

Über die Beziehungen der betreffenden Arterien zu den Aortensegmenten gibt Tandler folgende tabellarische Zusammenstellung[1]).

Länge des Embryo	Art. coeliaca	Art. mesenterica sup. resp. omphalomesent.	Art. mesenterica inferior.
5 mm	—	(9), 10, 11, 12. 13	—
9 „	12	13[2]), 14, 15	20
9 „	12	14, 15	21,22
12½ „	16	18	22
14½ „	17,18	19	22
14 „	19	20	22
17 „	20	21	23

Die Betrachtung obiger Tabelle ergibt nach Tandler folgendes:

„Die Arteria coeliaca wandert von der 12. Segmentalarterie (IV. Thoracalis) am 9 mm Embryo bis zur 20. Segmentalarterie (XII. Thoracalis) am 17 mm langen Embryo".

„Die Arteria omphalo-mesenterica, welche ihre Wurzeln bis auf eine verliert, zeigt ähnliche Verschiebung, auch sie wandert ca. um acht Segmente."

„Die Arteria mesenterica inferior verschiebt sich nur um drei Segmente, so dass der ursprünglich grosse Abstand (12.

1) Die bei den einzelnen Arterien angeführten Ziffern bedeuten die Nummer der zugehörigen segmentalen Rumpfwandarterie.

2) Bemerkenswert ist, dass in dem Text (vergl. Tandler 1903, 2, S. 200) diese Wurzel nicht als bei diesem Embryo tatsächlich existierend beschrieben wird, sondern dass sie nur bei „einem nur um weniges jüngeren Stadium" supponiert wird.

bis 20. Seg.) zwischen Arteria coeliaca und Arteria mesenterica inferior später bedeutend kleiner wird."

„Am 17 mm langen Embryo sind schon fast die bleibenden Verhältnisse erreicht."

Über die Art und Weise, in welcher die betreffende Caudalwärtsverschiebung der Gefässursprünge stattfindet, ist indessen Tandler anderer Meinung als Mall.

Nach Tandler werden für diese Verschiebung „drei voneinander verschiedene Mechanismen verwendet und zwar: 1. Die Bildung von Längsanastomosen, 2. Inselbildung und 3. die aktive Wanderung längs der vorderen Aortenwand."

„Die Bildung von Längsanastomosen", sagt Tandler weiter, „scheint nur in den allerersten Stadien und hier vornehmlich im Gebiete der Arteria omphalo-mesenterica vorzukommen. Später erfolgt dann Inselbildung, in ähnlicher Weise wie ich dies seinerzeit auch bei der Wanderung der Aortenbogen beschrieben habe. — — — Die aktive Wanderung scheint so vor sich zu gehen, dass die caudale Wand des betreffenden Gefässes sich ausbuchtet, während die craniale in die Aortenwand aufgenommen wird."

Tandler ist der bestimmten Ansicht, dass „ein Wandern des Aortenrohres im ganzen" „für das relative Tiefertreten der Ursprungsstellen der Darmarterien — — nicht verantwortlich gemacht werden" kann. Denn „wie man aus der andauernd horizontalen Verlaufsrichtung der segmentalen Rumpfwandarterien in diesen Abschnitten ersehen kann," behält der mittlere und untere Abschnitt des Aortenrohres seine Topik zur Wirbelsäule.

Tandler findet es „im höchsten Grade wahrscheinlich", dass die von ihm beschriebenen, „frühzeitig zugrunde gehenden segmentalen Darmarterien nicht mit den von Frédéric als rudimentäre Darmarterien angesprochenen identisch sein können." Er nimmt daher an, dass es sich bei den von Frédéric näher

beschriebenen, kleinen Arterien „um sekundäre Bildungen“, die erst in spät fötaler Zeit entstehen, handeln dürfte. Die Vermutung Frédérics, dass die Arteria coeliaca ursprünglich nur um eine Segmentlänge höher als die Arteria mesenterica superior von der Aorta ausgeht, muss nach Tandler unrichtig sein, denn „zwischen dem ursprünglichen Abgang der Coeliaca und der Arteria mesenterica liegen viel mehr Segmente.“

Dass Tandler bei dem 5 mm langen Embryo jederseits 13 segmentale Urnierenarterien beobachtete, wurde schon oben (S. 419) erwähnt. Auch bei den 9 mm langen Embryonen waren (vom 9.—18. Aortensegmente) segmentale Urnierenarterien deutlich nachweisbar. Sie entsprangen „immer entsprechend dem Abgange der zugehörigen Rumpfwandarterie“. Doch fanden sich „auch an einzelnen Stellen interkalierte Arterien des Wolffschen Körpers, so dass der metamerale Charakter dieser Arterien verwischt“ erschien. Bei den älteren Embryonen werden die Urnierenarterien nicht erwähnt.

Dass die menschlichen Urnieren von mehreren Aortenzweigen gespeist werden, wurde — wie oben erwähnt — schon von His bei 7—7,5 mm langen Embryonen beobachtet. Dass diese Urnierenarterien dagegen als segmentale Gefässe zu betrachten sind, wurde — soviel ich weiss — zuerst von Mall (1891) durch direkte Beobachtung begründet. Wie schon erwähnt, fand dieser Autor bei einem 7 mm langen menschlichen Embryo 14 Paare segmentaler Urnierenarterien.

Nach Hochstetter (1892) soll bei den Säugetieren der segmentale Charakter der Urnierenarterien später dadurch verwischt werden, dass diese Arterien mit dem Zugrundegehen der Urnieren ebenfalls verschwinden. Nur ein Zweig, welcher auch die Geschlechtsdrüse versorgte, soll als die Arteria spermatica interna persistieren.

Kollmann (1893) ist aber der Ansicht, dass auch die Ar-

teriae renales von früheren Urnierenarterien herzuleiten sind und dass also Vermehrung der Arterien der bleibenden Nieren „primär auf Arterien der Urnieren zurückzuführen“ ist.

Im Gegensatz hierzu hebt indessen Hochstetter (1892, 1903) hervor, dass bei den Säugern „die Arteriae renales in der Regel direkt aus der Aorta“ entstehen und zwar erst dann, „wenn die Nieren bei ihrer Wanderung ihre definitive Lage in der Lendengegend erreicht haben.“ Zu gleicher Zeit sollen nach Hochstetter (1894) die Nierenvenen entstehen (l. c. S. 487).

Diese Angaben Hochstetters sind später von Hauch (1901, 1903) und Pohlmann (1905) bei menschlichen Embryonen bestätigt worden.

Nach Hauch (1901) wachsen die Gefässe erst Ende der achten Embryonalwoche[1]) in die menschlichen Nieren hinein (l. c. S. 44).

Pohlmann fand 1. „that de kidney is not vascularized until it has reached its normal height“, und 2. „that it attains this position in an embryo of about 20,0 mm.“ Bei einem Embryo von dieser Länge waren die Nierengefässe sogar noch „problematisch“. Nach einer Angabe von Hill (1907) soll Pohlmann (später?) bei menschlichen Embryonen gefunden haben, „that the vascularization occurs between twenty-five and thirty mm.“

Wenn diese Angaben ganz richtig wären, würden also — wie ich neulich (Broman 1907) hervorgehoben habe — die sich entwickelnden Nieren während längerer Zeit (z. B. bei menschlichen Embryonen während mehr als eines ganzen Monats) ganz gefässlos sein! Dieses muss aber wundernehmen, denn während dieser Zeit entwickeln sich die Nieren doch recht viel. Und in der Tat verhält es sich, wie ich habe zeigen können, nicht ganz so.

---

[1]) Die Länge von Embryonen aus der 8. Woche wird von Hauch (1903 S. 192) zu ca. 3 cm geschätzt.

Die menschlichen Nachnieren haben nämlich schon bei einem 16 mm langen Embryo deutliche Gefässe.

Diese Gefässe stammen aber zu dieser Zeit weder von der Aorta noch von den Urnierenarterien her. Insofern sind also die oben erwähnten Beobachtungen richtig, dass die definitiven zuführenden Nierengefässe noch nicht existieren. Die von mir gefundenen frühzeitigen Nierengefässe sind alle Venen, welche einem zu dieser Zeit auch beim menschlichen Embryo existierenden, aber bald vorübergehenden Pfortaderkreislauf der Nachniere angehören (Broman, 1907).

Vor einigen Jahren hat Clark (1900) eine grössere Arbeit — über den Ursprung, die Entwickelung und die Degeneration der Blutgefässe des menschlichen Ovariums — veröffentlicht, in welcher hervorgehoben wird, dass die Geschlechtsdrüsen nur in den ersten Entwickelungsstadien in ihrer Ernährung von den Urnierengefässen abhängig sind. Später soll jederseits von der Aorta eine ganz neue Arterie auswachsen, welche die Nutrition der betreffenden Geschlechtsdrüse übernimmt.

Diese Arteriae ovaricae oder spermaticae internae gehen nach Clark etwa in der Höhe des caudalsten Urnierenarterienpaares von der Aorta heraus. Sie verlaufen zuerst lateralwärts und dann cranialwärts (also ascendent) zu den Geschlechtsdrüsen; und erst in einem folgenden Entwickelungsstadium, wenn die Geschlechtsdrüsen schon mehr oder weniger caudalwärts verschoben sind, gehen sie ganz transversal bezw. descendent zu ihrem Ziel.

Nach den diese Beschreibung illustrierenden Abbildungen (l. c. Textfigg. 1 und 2, S. 601 und 603) zu urteilen, ist indessen diese Beobachtung nicht an menschlichen Embryonen gemacht worden, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach an Schweineembryonen[1]).

[1]) In den betreffenden Figurenerklärungen werden — wohl aus Versehen — weder Art noch Alter oder Grösse der abgebildeten Embryonen erwähnt.

In einer aus demselben Laboratorium[1]) hervorgegangener Arbeit hat neulich Hill (1907) ähnliche Ergebnisse über die Entwickelung der Hodenarterien bei Schweineembryonen bekommen: „The testis of the pig receives its first blood supply when the embryo is 33 mm in length, the kidney having received its blood supply when the embryo has attained a length of 28 mm. — — — Out of seventyfive specimens only one exception was found to the usual source of the spermatic artery, and in this case the artery instead of coming directly from the aorta arose as a branch from the most caudal Wolffian artery" (l. c. S. 459).

Über die Entwickelung der Arteriae supra-renales und der Arteriae phrenicae inferiores habe ich in der Literatur keine auf Beobachtung jüngerer Embryonalstadien gestützte Angaben finden können.

Nach Untersuchungen an verschiedenen Säugetierembryonen sind Young und Robinson (1898) zu der Ansicht gekommen, dass die wahre kaudale Fortsetzung der primitiven Aorten nicht die Arteria sacralis media ist, sondern die Arteriae iliacae communes. Dass dieses auch beim Menschen der Fall sein muss, versuchen die erwähnten Autoren dadurch zu begründen, dass in den oben referierten Gefässbeschreibungen von His (1880—1885) und Janošik (1887) keine Arteria sacralis media erwähnt wird. Die — ursprünglich paarige — Arteria sacralis media stellt nach Young und Robinson nur ein verschmolzenes (caudalwärts gerichtetes), dorsales Segmentalzweigpaar der Aorta dar. Diese Arterie soll also am nächsten einem verschmolzenen Lumbalarterienpaar gleichzustellen sein. Nach Young (1905) darf man auch nicht sagen, dass das letzte Lumbalarterienpaar von der Art. sacralis media ausgeht, sondern nur umgekehrt, dass die Arteria sacralis media von dem gemein-

[1]) Anatomical Laboratory of the John Hopkins University.

samen Stamm des verschmolzenen letzten Lumbalarterienpaares ausgeht.

Die Tatsache, dass die Arteria sacralis media im allgemeinen von der Dorsalseite der Aorta ein Stückchen cranialwärts von der Bifurcationsstelle derselben ausgeht und nur in sehr seltenen Ausnahmefällen direkt von der Bifurcation kommt, wird von Young (1898) auch als Beleg dafür benutzt, dass die Arteria sacralis media nicht als die direkte Fortsetzung der Aorta gebildet worden ist. Wenn dies trotzdem der Fall gewesen wäre, müsste man ja annehmen, dass die caudalwärts von der Ausgangsstelle der Arteria sacralis media gelegene Aortapartie keine wahre Aorta, sondern ein Verschmelzungsprodukt der beiden Arteriae iliacae communes darstellen sollte; eine Annahme, die Young (1897) offenbar betreffs des Menschen absurd findet, obgleich er eine solche Verschmelzung der beiden Arteriae iliacae communes bei Carnivoren als wahrscheinlich betrachtet. Ausserdem glaubt Young, dass wenn die Arteria sacralis media die wahre Fortsetzung der Aorta gewesen wäre, dann hätte sie betreffs ihres Ursprunges gar keine Variationen zeigen dürfen. Nun findet man aber gerade betreffs ihres Ursprunges mehrere Variationen und zwar oft solche, welche nach Young nur dann leicht erklärt werden können, wenn man annimmt, dass die Arteria sacralis media keine direkte Fortsetzung der Aorta darstellt.

Eigene Untersuchungen.

Meine diesbezüglichen Untersuchungen über die Entwickelung der Baucharterien bei jüngeren menschlichen Embryonen wurden zum grossen Teil schon in den Jahren 1903 und 1904 am Anatomischen Institut in Upsala gemacht. Nach meiner

Übersiedelung nach Lund habe ich sie hier fortgesetzt und durch Untersuchung von älteren Embryonen und Erwachsenen sowie auch von einigen neuen Schnittserien jüngerer Embryonen vervollständigt.

Für die Benützung der den anatomischen Instituten zu Upsala, Stockholm und Lund gehörenden Schnittserien menschlicher Embryonen bin ich den Direktoren dieser Institute, den Herren Professoren J. Aug. Hammer, Erik Müller und C. M. Fürst zu grossem Dank verpflichtet. Die älteren Embryonen verdanke ich den Herren Professoren C. M. Fürst, Erik Müller und A. O. Lindfors.

Von den in Querschnitten zerlegten Embryonen habe ich je eine graphische Sagittalrekonstruktion der Aorta — von rechts gesehen — gemacht. Die Angaben über die Lateralzweige beziehen sich daher im allgemeinen auf diejenigen der rechten Seite.

Von einzelnen Embryonen wurde ausserdem die Aorta mit ihren Ästen mehr oder weniger vollständig plastisch rekonstruiert.

Bei den älteren Embryonen habe ich die Aortenäste mit Hilfe des Zeissschen Präparationsmicroscopes (mit Pincett und Nadeln) herauspräpariert. Nur einzelne dieser Embryonen hatte ich Gelegenheit gehabt im voraus zu injizieren. Die meisten waren leider nicht injizierte, in Spiritus oder Formalin aufbewahrte Objekte. Bei diesen muss man natürlich die Möglichkeit voraussetzen, dass vielleicht — ausser den hier beschriebenen Zweigen — noch Zweigchen existierten, welche durch die Präparation nicht zutage gebracht werden konnten.

Um auch ein selbständiges Urteil über diejenigen Variationen haben zu können, welche die Ausgangsstellen der Aortenäste beim Erwachsenen zeigen, habe ich von allen im letzten Jahre zu Gefässpräparation injizierten Leichen die Bauchaorta für eine genauere Untersuchung aufbewahrt. Weil aber das Leichenmaterial bei uns klein ist, habe ich bisher nur 13

Aortae sammeln können. Da ausserdem das betreffende Material für die obligatorischen Präparationen der Studierenden ausgenutzt werden musste, habe ich die betreffenden Präparate nicht selbst machen wollen, sondern sie sind alle von älteren Präparanten unter meiner Leitung gemacht worden. Die Präparanten wussten im voraus, dass das betreffende Präparat für eine wissenschaftliche Untersuchung benutzt werden sollte, und sie haben mit grösster Sorgfalt und Interesse auch die allerkleinsten Aortenzweigchen herauspräpariert. Gewiss sind daher diese Aortenpräparate gleich so gut geworden, wie ich sie selbst hätte machen können.

Diese meine Mitarbeiter sind folgende Herren Mediziner: Franck (Präp. Nr. 1), Möller und Rydholm (Präp. Nr. 2), Scholander (Präp. Nr. 3), Lindgren und Widén (Präp. Nr. 4), Gussarsson und P. Olsson (Präp. Nr. 5), Thorell und Nilsson (Präp. Nr. 6), Rietz (Präp. Nr. 7), Bergner und Jörgensen (Präp. Nr. 8), Sjögren und Zadig (Präp. Nr. 9), N. Andersson (Präp. Nr. 10), Thuresson und Säfholm (Präp. Nr. 11), Gramén (Präp. Nr. 12), Rietz und Hintze (Präp. Nr. 13).

Nachdem alle Aortenzweige aufpräpariert waren, wurden sie mit Etiketten (mit Namen oder Bezeichnung über den peripheren Verlauf des betreffenden Zweiges) versehen. Die ganze Bauchaorta mit den Arteriae iliacae communes und den etikettierten Ursprungspartien der übrigen Aortenzweige wurde dann von der Bauchhöhle entfernt und für eine genauere Untersuchung aufbewahrt.

Ich werde jetzt zuerst die einzelnen Embryonalstadien beschreiben, um nachher die aus denselben hervorgehende Entwickelungsgeschichte der Baucharterien mehr übersichtlich darzustellen.

Stadienbeschreibung[1]) der Zweige der Aorta abdominalis bei 41 menschlichen Embryonen.

Embryo I (Sch.-St.-Länge 3,4 mm).

Die äussere Form dieses Embryos entspricht etwa der des Hisschen Embryos Lr. (vgl. His, 1880 Taf. 10 Fig. 6). Die Nackenkrümmung ist nur schwach angedeutet. — Der in 12 μ dicke Querschnitte zerlegte Embryo gehört dem Anatomischen Institut in Upsala.

[Die entodermale Lungenanlage ist nur als eine schwache, unpaare Vorwölbung an der Ventralseite des Vorderdarmes zu erkennen. (Vgl. Broman, 1904. Fig. 147 Lg.) Pancreasanlagen noch nicht erkenntlich. Medullarrohr überall geschlossen. Die Gehörblasen stehen noch durch je einen Epithelstiel mit dem Ektoderm in Verbindung. Die Wolff'schen Gänge haben noch nicht die entodermale Kloake erreicht[2])].

Von der rechten Aorta descendens und von der einfachen Aorta wurde zuerst eine Sagittalrekonstruktion in 85 maliger Vergrösserung gemacht. Ausserdem wurden die in den 6.—23. Körpersegmenten liegenden Aortenpartien in 170 maliger Vergrösserung plastisch rekonstruiert.

Die beiden Aortae descendentes, von welchen die linke bedeutend (etwa doppelt) dicker als die rechte ist, sind schon in recht grosser Ausdehnung miteinander verschmolzen. Unmittelbar caudalwärts von der Leberanlage legen sie sich einander

---

1) In dieser Stadienbeschreibung habe ich nur diejenigen Gefässe erwähnt, welche deutlich zu sehen waren. — An einigen Embryonen hätte ich beim Niederschreiben des Textes einige Gefässverhältnisse gern etwas eingehender berücksichtigen wollen. Dieses war mir aber nicht möglich, da — nach meiner Übersiedelung nach Lund — die Embryonalserien des anatomischen Instituts in Upsala mir nicht mehr zu einer (sonst erwünschenswerten) Revision zugänglich waren.

2) Da die Längenangabe bekanntlich nicht genügt, um das Alter eines Embryos zu taxieren, füge ich, um eine solche Taxierung besser zu ermöglichen zu den Angaben der jüngeren Embryonen auch einige andere Angaben über den Entwickelungsgrad gewisser Organe hinzu.

dicht an, und etwa in der Höhe der cranialen Nabelgrenze verschmelzen sie zu einer einfachen Aorta descendens, welche sich bis zu der Ausgangsstelle der Arteriae umbilicales erstreckt (Fig. 3. Taf. 38).

Von den cranialen, paarigen Aortae descendentes gehen je 7 dorsolateralwärts gerichtete, segmentale Zweige aus. Laterale Zweige besitzen diese Aortenpartien gar nicht; auch fehlen ihnen meistens ventrale Zweige. Von den ventralwärts gerichteten Aortenbogen (Fig. 3) abgesehen, besitzt die linke Aorta descendens nur einen einzigen Ventralzweig und zwar unmittelbar oberhalb der Verschmelzungsstelle (Fig. 3). Die rechte Aorta descendens hat 3 Ventralzweige, von welchen der caudalste demjenigen der linken Aorta entspricht; der zweite Zweig gehört dem 7. und der dritte (sechste Aortenbogen?) dem 1. Segment an (Fig. 3).

Die einheitliche Aorta descendens besitzt 14 dorso-lateralwärts gerichtete, segmentale Zweigpaare. Diese sind weder gleichgross, noch sitzen sie in genau gleichen Entfernungen von einander. Besonders an der Mitte der einfachen Aorta sitzen sie einander relativ sehr nahe; sie sind hier auch relativ klein. Am grössten ist das caudalste von der einfachen Aorta ausgehende Paar. Dasselbe gehört dem 21. Körpersegment und geht gegenüber den ventralwärts gerichteten Arteriae umbilicales von der Aorta aus.

Laterale Zweige sind nur noch sehr spärlich entwickelt. Einigermassen deutlich sind solche nur in den 16. und 18. Segmenten zu sehen. Sie gehen zu den Urnieren, welche sich in diesem Entwickelungsstadium bis zum 11. Körpersegment hinaufstrecken.

Die ventralen Zweige der einfachen Aorta descendens sind sehr zahlreich und noch fast überall paarig (Fig. 3—5). Die Anordnung der Zweigpaare ist segmental, was in der Rekonstruktion um so deutlicher hervortritt, als das Aortenrohr selbst quer verlaufende, segmentale Verdickungen zeigt (Fig. 3

Taf. 38). Nur in einzelnen Segmenten findet man entweder nur einen (Segment 10) oder drei (Segment 12) Ventralzweige. Meistens gehen die beiden Zweige desselben Paares in derselben Höhe von der Aortenvorderseite aus. Oft gehen sie aber in ungleicher Höhe von derselben aus.

Diejenigen Ventralzweige, welche den 7. und 8. Körpersegmenten angehören und von den noch paarigen Aorten ausgehen (Fig. 4 Taf. 39), verzweigen sich in der werdenden Magengegend des Verdauungsrohres und können daher als Arteriae coeliacae primitivae bezeichnet werden.

Die von den 9.—20. Aortensegmenten ausgehenden Ventralzweige gehen alle zum Darmrohr bezw. zur Dotterblase und sind also als Arteriae omphalo-mesentericae primitivae anzusprechen. Von diesen sind diejenigen des 16. Segmentes, welche etwa gegenüber der Nabelmitte liegen, besonders stark entwickelt (s. Fig. 3, Taf. 38. A. omph.-mes. maxima).

Die Arteriae umbilicales gehen aus der Ventralseite der Aorta mit je zwei kurzen Wurzeln aus. Die eine von diesen Wurzeln geht von dem 21., die andere von dem 22. Aortensegment aus. Eine Verbindung zwischen den Arteriae umbilicales und den relativ starken, dorsolateralen Aortenzweigen des 21. Segmentes konnte ich nicht feststellen.

Betreffs der Form der einfachen Aorta ist — ausser den schon oben erwähnten segmentalen Verdickungen — hervorzuheben, dass die mittlere Partie derselben am dicksten ist (Fig. 3, Taf. 38). Zwar ist diese Verdickung in der Fig. 3 teilweise nur scheinbar, indem diese Aortenpartien von den Seiten her, die obere bezw. untere Partie dagegen mehr von vorn nach hinten abgeplattet sind. Die Wachsplattenrekonstruktion zeigt aber, dass die mittlere Aortenpartie tatsächlich am dicksten ist.

Etwa in der Mitte zwischen dem 21. und 22. Segment hört die Verschmelzung der beiden Aorten auf. Die Aorta setzt sich dann schwanzwärts als zwei getrennte dicke Stämme, die Ar-

teriae caudales fort, von welchen dorsale Segmentalzweige ausgehen.

Embryo II (Sch.-St.-Länge 3 mm).

Wahrscheinlich etwas stärker gebogen als Embryo I. Der in 12 μ dicke Querschnitte zerlegte Embryo gehört dem Anatomischen Institut in Upsala.

Da dieser Embryo teilweise missgebildet erscheint, wurde nur eine kurze Partie der einfachen Aorta descendens mit Wachsplatten rekonstruiert.

Die Rekonstruktion zeigt, dass die Ventralzweige der Aorta noch paarig und segmental sind. An der Mitte der Aorta haben sich die beiden Zweige desselben Paares einander bis zur Berührung genähert.

Embryo III. (Sch.-St.-Länge etwa 3 mm, etwa 19 Tage alt).

Die Nackenkrümmung ist deutlich ausgesprochen. — Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Lund gehörend. Schnittdicke 10 μ.

[Bei diesem Embryo ist die entodermale Lungenanlage schon paarig vorhanden. Die entodermale Magenanlage ist als eine schwache quere Verdickung, die dorsale Pancreasanlage als relativ starke Ausbuchtung des Verdauungsrohres markiert. Die Wolffschen Gänge münden in die entodermale Kloake ein. — (Über den Entwickelungsgrad der Organe im übrigen vgl. Broman, 1895 und 1904)].

Dieser Embryo ist in Pikrokarmin gefärbt worden. Die kleinsten Gefässe sind deshalb nur undeutlich zu erkennen. — Von der einfachen Aorta desc. wurde eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

An den paarigen Aorten waren keine Ventralzweige zu sehen. An der unpaaren Aorta habe ich sechs unpaare Ventralzweige zählen können, von welchen die cranialste etwa in der

Höhe der Gallenblasenanlage[1]) von der Aorta ausgeht und sehr klein ist. Sie ist wohl als die Anlage der Arteria coeliaca anzusprechen. Mit segmentalen Zwischenräumen folgen dann vier grosse Arterien, von welchen die caudalste die grösste ist und der Lage nach etwa das grösste Ventralzweigpaar bei Embryo I entspricht. Zwei Segmente weiter caudalwärts habe ich den letzten Ventralzweig, der nur sehr klein war, gefunden. Dass aber in diesem Stadium die caudale Aortenpartie noch von jedem Segment einen kleinen Ventralzweig aussendet, der bei günstigerer Färbung hervortreten kann, finde ich nicht unwahrscheinlich.

Die bei diesem Embryo deutlichen Ventralzweige hatten alle eine Eigenschaft gemeinsam: Sie gingen von der Aorta einfach aus und teilten sich, nachdem sie das Mesenterium dorsale passiert hatten, in zwei symmetrisch liegende Zweige, welche einen mehr oder weniger vollständigen Ring um das entodermale Darmrohr herum bildeten (Fig. 6, Taf. 40).

So viel ich habe sehen können, gehen die Arteriae umbilicales nur mit je einer Wurzel von der Aorta aus.

Die Urnieren strecken sich bis zur Höhe der Gallenblasenanlage hinauf. Zu ihnen gehen einzelne laterale Aortenzweige aus, welche indessen alle nur undeutlich wahrzunehmen sind.

Die dorso-lateralen Aortenzweige sind auch nur undeutlich zu sehen. In ihrer Anordnung stimmen sie mit denjenigen des erstgenannten Stadiums überein.

Embryo IV (Sch.-St.-Länge 4,5 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ.

---

[1]) In früheren Publikationen (Broman, 1895 u. 1904) habe ich die betreffende ventrale Ausbuchtung des Darmes als ventrale Pancreasanlage bezeichnet; eine Angabe, welche — wie ich später beim Vergleich mit etwas älteren Embryonen gefunden habe — wahrscheinlich unrichtig ist.

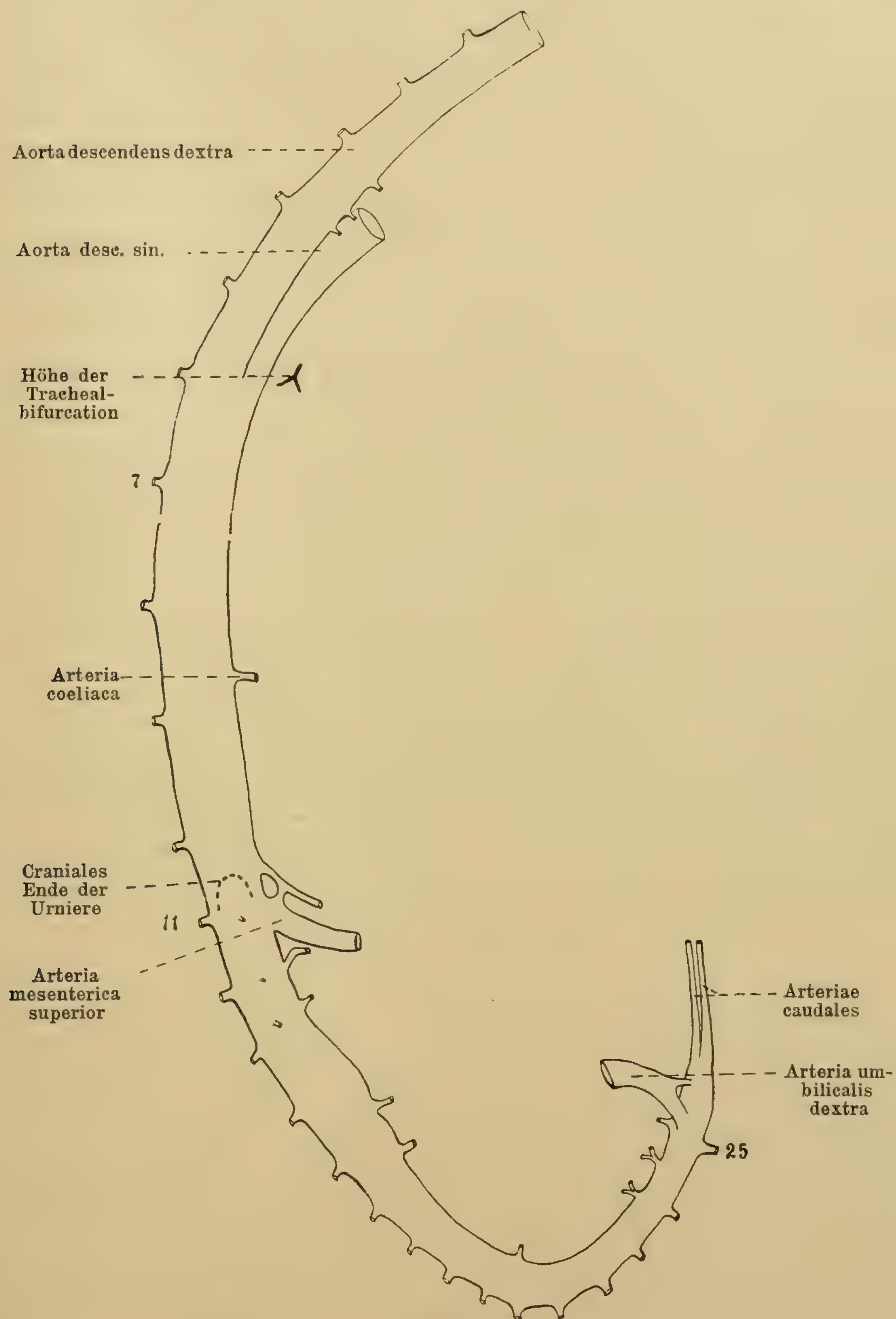


Fig. 7.

Rekonstruktionsbild der Aorta von einem 4,5 mm langen menschlichen Embryo; von rechts gesehen. Vergrösserung 40fach. Die rechtsseitigen Dorsalzweige des 7., des 11. und des 25. Aortensegmentes sind numeriert.

[Die Linsenanlage ist als eine seichte Vertiefung von verdicktem Ektoderm erkenntlich. Periphere Nerven sind gebildet. — Die Nachnierenanlagen sind nur als Verdickungen der Wolffschen Gänge angedeutet.]

Von diesem Embryo wurde zuerst eine Sagittalrekonstruktion von der ganzen Aorta (in 67 maliger Vergrösserung) und dann eine plastische Rekonstruktion (in 100 maliger Vergrösserung) von der einfachen Aorta gemacht.

Die Verschmelzung der beiden Aorten ist cranialwärts bis zur Höhe des 6. Segmentes fortgeschritten.

Unmittelbar caudalwärts von dieser Höhe gehen die Dorsalzweigpaare der Aorta in relativ grossen Zwischenräumen voneinander aus. Sowohl cranialwärts, wie besonders caudalwärts werden die Zwischenräume zwischen den Dorsalzweigen immer kleiner (Fig. 7). Von den Aortensegmenten sind also offenbar die 6.—10. am stärksten in die Länge gewachsen.

Die Urnieren erreichen die Höhe des 9. Aortensegmentes. Zu ihnen gehen jederseits spärliche segmentale Lateralzweige von der Aorta aus. An der rechten Seite waren solche aus den 11., 12. und 13. Segmenten zu sehen. Einigermassen gross und deutlich war indessen nur der Lateralzweig des 13. Segmentes.

Bei diesem Embryo waren drei von der rechten Aorta descendens — in der Höhe des 3.—4. Segmentes — ausgehende Ventralzweige zu sehen. Sie waren zwar klein, aber deutlich und konnten bis zum Ösophagus verfolgt werden

Von der oberen Partie der einfachen Aorta geht nur ein kleiner Ventralzweig (Fig. 7) aus. Derselbe geht in der Mitte zwischen den 8. und 9. Segmenten in der Höhe des Pancreas dorsale von der Aorta aus und ist wohl als die Anlage der Arteria coeliaca zu betrachten.

Der nächste Ventralzweig geht von dem 10. Aortensegment aus und verbindet sich durch eine Längsanastomose mit einem sehr grossen, von dem 11. Segment kommenden Ventralzweig.

Beide zusammengenommen stellen diese Ventralzweige wahrscheinlich die Anlage der Arteria mesenterica superior dar. Von dem 12. Aortensegment geht ein kleiner Ventralzweig hinaus, welcher schief cranialwärts verläuft und offenbar sehr nahe ist, sich mit der Art. mesenterica sup. zu verbinden und so eine dritte Wurzel derselben zu bilden.

Auch von den 13., 15., 16. und 20. Aortensegmenten gehen kleine, einfache Ventralzweige zum Darme ab. Ausserdem gehen von den 25. und 26. Aortensegmenten je zwei paarige Ventralzweige ab.

Von dem 27. Aortensegment gehen die Arteriae umbilicales mit je zwei Wurzeln hinaus. Sie gehen beide von der ventralen Aortenseite aus. Der caudale ist nur sehr schwach ausgebildet.

Das Rekonstruktionsmodell zeigt eine allgemeine Verdickung der Aorta in der Höhe der 13.—16. Segmente. Ausserdem treten an diesem schwache segmentale Verdickungen der ganzen Aorta zutage. Am 26. Aortensegment ist in der Medianebene eine kleine Lücke zu sehen, welche aller Wahrscheinlichkeit nach als eine lokale Unterbrechung der Verschmelzung der paarigen Aorten zu betrachten ist. — Caudalwärts von dem 27. Segment ist die Fortsetzung der Aorta noch doppelt.

Embryo V. (Sch.-St.-Länge 5 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke 12 μ.

[Die Linsengrube ist bedeutend tiefer als im vorigen Stadium. Die Nachnierenanlagen zweigen sich knospenförmig von den Wolffschen Gängen ab. Über den Entwickelungsgrad der Lungen etc. bei diesem Embryo vgl. Broman, 1904 p. 130].

Von diesem Embryo, bei welchem auch die kleineren Gefässe relativ sehr deutlich waren, wurde die ganze Aorta mit ihren Zweigen in 85 maliger Vergrösserung plastisch rekonstruiert.

Ausserdem wurde die mittlere Aortenpartie, von welcher die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior ausgehen, zusammen mit den Wurzelpartien dieser Arterien in 170 maliger Vergrösserung plastisch rekonstruiert.

Die paarigen Aortae descendentes, welche bei diesem Embryo gleich dick sind, gehen an der caudalen Grenze des 5. Segmentes in die einfache Aorta descendens über (Fig. 8 Taf. 41).

Die fünf ersten dorso-lateralwärts gerichteten Zweige oder, wie ich sie — der Kürze halber — nennen werde, die Dorsalzweige der Aorta gehen also von den paarigen Aorten aus. Betreffs der Dorsalzweigpaare der einfachen Aorta ist zu bemerken, dass sie in der mittleren Aortenpartie einander am nächsten sitzen. Dieselbe Aortenpartie, welche sich vom 9.—17. Segment erstreckt, zeigt auch eine allgemeine Verdickung. An dieser Aortenpartie sind die segmentalen Verdickungen des Aortenrohrs besonders deutlich ausgesprochen. Von derselben Partie gehen jederseits 7—8 Lateralzweige aus. Diese gehen alle zu der betreffenden Urniere, welche mit ihrem cranialen Ende jetzt die Höhe des 9. Segmentes erreicht. Die Lateralzweige kommen aber nur von den 11.—16. Segmenten. Sie haben alle eine segmentale Lage und zwar gehen sie von jedem Segment jederseits gewöhnlich einfach aus. An der rechten Seite gehen sie aber von den 12. und 14. Segmenten je doppelt aus und zwar sitzen die beiden Arterien desselben Segmentes in derselben Höhe. Das 15. Segment hat an der rechten Seite keine Urnierenarterie.

Von den Aortenbogen abgesehen waren an den paarigen Aorten keine ventralwärts gerichteten Zweige zu sehen. Der erste ventrale Aortenzweig geht an der Grenze zwischen den 8. und 9. Aortensegmenten von der Aorta aus und stellt die Anlage der Arteria coeliaca dar. Der Stamm dieser Arterie, welcher etwas höher als das Pancreas dorsale liegt, teilt sich nach einem kurzen gerade ventralwärts gerichteten Verlauf in zwei Zweige,

von welchen der eine cranialwärts zum Magen und der andere zuerst caudalwärts und dann ventralwärts umbiegend zur Leber geht. Sie stellen die Anlagen der Arteria gastrica sin. und der Arteria hepatica dar. Eine Milzanlage ist noch nicht zu erkennen. Auch existiert noch keine Arteria lienalis.

Von dem 12. Aortensegment geht ein Ventralzweig von etwa gleicher Stärke wie diejenige der Arteria coeliaca aus. Derselbe verbindet sich vermittelst einer starken Längenanastomose mit einem viel dickeren, aus dem 13. Aortensegment kommenden Ventralzweig. Zusammen bilden diese beiden Ventralzweige die Anlage der Arteria mesenterica superior. Etwa an der Grenze zwischen dem 13. und dem 14. Aortensegment ist an der Ventralseite der Aorta eine kleine Gefässknospe zu sehen, welche wohl als eine in Entwickelung begriffene, dritte Wurzel der Arteria mesenterica superior zu betrachten ist.

Ausserdem geht von den 15., 17. und 23. Aortensegmenten je ein kleiner Ventralzweig zum Darme aus. (Von diesen würde man vielleicht den letztgenannten als die Anlage der Arteria mesenterica inferior betrachten können.)

Die Arteriae umbilicales gehen von den 24. und 25. Aortensegmenten mit je zwei Wurzeln aus. Von diesen ist beiderseits die craniale Wurzel am stärksten ausgebildet. Beide Wurzeln gehen von dem lateralen Umfang der Aorta aus. Ob ein oder beide derselben von ursprünglich dorsolateralwärts gerichteten Aortenzweigen stammen, war nicht mit Sicherheit abzumachen.

Mitten zwischen den Insertionsstellen der beiden Wurzeln der Art. umb. zeigt die Aorta zwei kleine Verschmelzungslücken, welche in einer gewissen Seitenlage eine Aufteilung der rechten cranialen Wurzel in drei Wurzeln simuliert.

Embryo VI (Sch.-St.-Länge: 8 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

[Die Linsenblase ist vom Ectoderm abgeschnürt. — Das primäre Nierenbecken hat sich blasenartig vergrössert, aber noch nicht verzweigt. — Über den Entwickelungsgrad der Lungen etc. vgl. Broman, 1904.]

Von der ganzen Aorta wurde in 85 maliger Vergrösserung eine Sagittalkonstruktion gemacht. Ausserdem wurden die mittlere (vom 9. bis zum 14. Segment) und die caudale (vom 17. Segment ab) Aortenpartie in 170 maliger Vergrösserung plastisch rekonstruiert.

Die beiden Aortae descendentes verbinden sich an der caudalen Grenze des 4. Aortensegmentes miteinander zu der einfachen Aorta (Fig. 9, Taf. 41). Diese ist in ihrem oberen Teil im Querschnitt relativ klein (absolut viel kleiner als diejenige des vorigen Embryos), zeigt aber in der caudalen Hälfte (vom 13. bis zum 23. Segment) eine recht bedeutende allgemeine Verdickung. Diese Vergrösserung des Aortenlumens findet indessen nur in sagittaler Richtung statt, weshalb dasselbe hier als von den Seiten her komprimiert erscheint. Die segmentalen Verdickungen der Aorta sind nur an einzelnen Stellen zu erkennen.

Die Ursprungspartien der Aortenzweige sind an Fig. 9 Taf. 41 ersichtlich. Von Lateralzweigen sind jetzt nicht weniger als jederseits 20 vorhanden, welche von 14 Segmenten (den 7.—20. Segmenten) ihren Ursprung nehmen und zu der betreffenden Urniere gehen. Mehrere von diesen Lateralzweigen zeigen keine segmentale Anordnung. — Die cranialen Spitzen der sehr lang gewordenen Urnieren liegen jetzt in der Höhe des 6. Aortensegmentes. Die kleinen Nachnierenanlagen befinden sich in dem 23. Segment. Zu ihnen gehen noch keine Arterien.

Von dem 10. Aortensegment geht die Arteria coeliaca hinaus. Nach kurzem Verlauf teilt sich der Stamm dieser Arterie in 3 Zweige; die Arteria hepatica, die Arteria gastrica und die Arteria lienalis. Von diesen ist die cranialwärts ziehende Arteria gastrica am schwächsten entwickelt.

Die Arteria mesenterica superior geht mit 3 Wurzeln von der Aorta aus. Von diesen sind die zwei unteren, welche von den 12. und 13. Aortensegmenten ausgehen, gross und deutlich; dieselben sind von mir früher in einer anderen Arbeit (Broman, 1904, S. 144) erwähnt und abgebildet worden. Später habe ich die Existenz von noch einer (sehr unansehnlichen) Wurzel feststellen können, welche ein wenig weiter cranialwärts von der Aortenvorderseite ausgeht.

Von den 18.—20. Aortensegmenten gehen noch 4 Ventralzweige hinaus, von welchen die zwei von dem 20. Segment kommen. Der obere von diesen ist doppelt grösser als die anderen und ist wohl als die Anlage der Arteria mesenterica inferior zu betrachten.

Von dem 23. Aortensegment gehen die beiden Arteriae umbilicales hinaus. Jede Arterie besitzt nur eine Wurzel. Diese ist aber sehr gross und ihr Ursprung streckt sich von der vorderen Mittellinie der Aorta dorsalwärts bis zur Ausgangstelle des Dorsalzweiges dieses Segmentes.

Stark verdünnt setzt sich die Aorta in eine anfangs einfache Arteria sacralis media fort. Von der Anfangspartie derselben geht ein kleiner Ventralzweig aus. Die caudalste Partie der Arteria sacralis media ist noch doppelt.

Embryo VII (Sch.-St.-Länge: 8,3 mm):

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 20 μ.

In der kaudalen Partie dieses Embryos waren einige Schnitte geschädigt. Es war daher nur die mittlere Partie für Gefässstudien geignet.

Von der mittleren Aortapartie wurde eine Sagittalrekonstruktion (Fig. 10) gemacht. Diese zeigt, dass die Arteria coeliaca als ein einfaches, recht dickes Gefäss von der Aortavorderseite ausgeht. Wie ich schon früher (Broman, 1904 S. 145) erwähnt

habe, teilt sich diese Arterie zunächst nur in zwei Zweige, eine Arteria hepatica und eine stark entwickelte Arteria lienalis. Von der letztgenannten geht die Arteria gastrica (sinistra) als ein relativ sehr schwaches Gefäss kranialwärts aus.

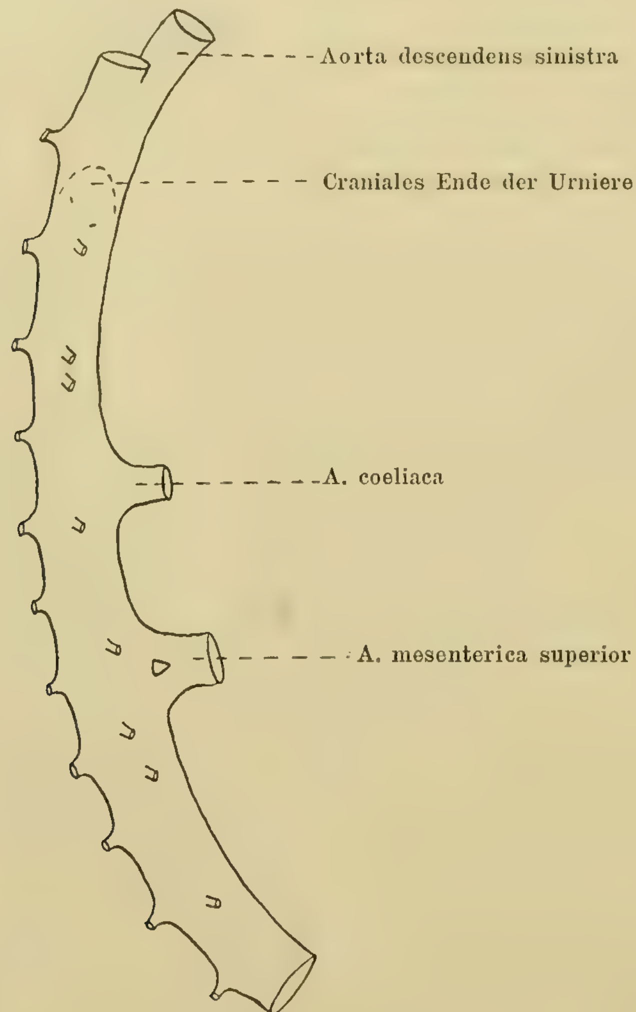


Fig. 10.
Sagittalrekonstruktion der mittleren Aortenpartie von einem 8,3 mm langen menschlichen Embryo. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40 fach.

Wie ich ebenfalls früher erwähnt und abgebildet habe (Broman, 1904, S. 146 und 147) ist bei diesem Embryo die Arteria mesenterica superior zweiwurzelig. Diese Wurzeln sind beide recht ansehnlich, liegen einander sehr nahe und verschmelzen nach kurzem Verlauf miteinander. Sie gehen

zwei Segmente caudalwärts von der Austrittstelle der Arteria coeliaca aus der Aortavorderseite aus.

Eine segmentale Anordnung der zu den Urnieren gehenden Lateralzweige der Aorta ist kaum mehr zu erkennen.

Embryo VIII (Sch.-St.-Länge: 10 mm):

Querschnittserie, dem Anatomischem Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Wie ich schon früher erwähnt und abgebildet habe (Broman, 1904 S. 148) gehen bei diesem Embryo sowohl die Arteria coeliaca wie die Arteria mesenterica superior mit nur je einer Wurzel von der Aortavorderseite aus.

Der Erhaltungszustand dieses Embryo war weniger gut. Ich verzichte daher darauf, über die undeutlicheren kleineren Gefässe eine Beschreibung zu geben.

Embryo IX (Sch.-St.-Länge: 10 mm)

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ.

Von den mittleren und caudalen Partien der Aorta wurde eine Sagittalrekonstruktion (Fig. 11) gemacht.

Die Arteria coeliaca geht einfach von der Aorta aus. Von den nächstfolgenden zwei Segmenten gehen je eine Wurzel der Arteria mesenterica superior heraus. Von diesen ist die craniale nur schwach, die caudale dagegen sehr stark entwickelt. Vier Segmente caudalwärts von der Arteria mesenterica superior gehen noch zwei Ventralzweige in unmittelbarer Nähe voneinander von der Aorta aus. Diese stellen wahrscheinlich die Anlage der Arteria mesenterica inferior dar. Zwei Segmente caudalwärts von der Art mesenterica sup. geht ausserdem ein sehr schwacher Ventralzweig aus. — Die

Entfernung zwischen der Art. mes. sup. und die Ausgangsstelle der Arteriae umbilicales beträgt etwa 6—7 Segmente.

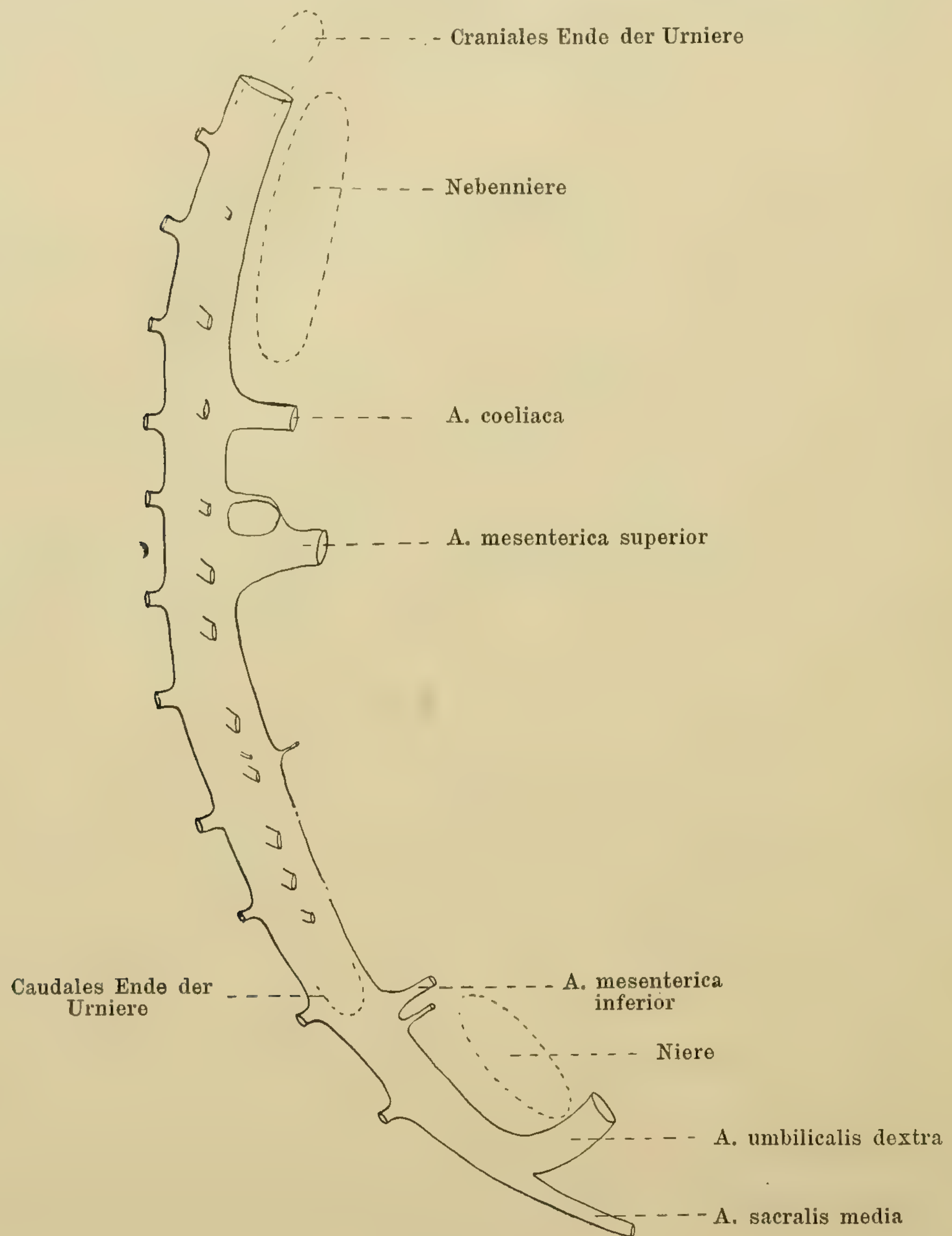


Fig. 11.
Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 10 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40 fach.

Embryo X (Sch.-St.-Länge: 10 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ. — Weniger gut konserviert.

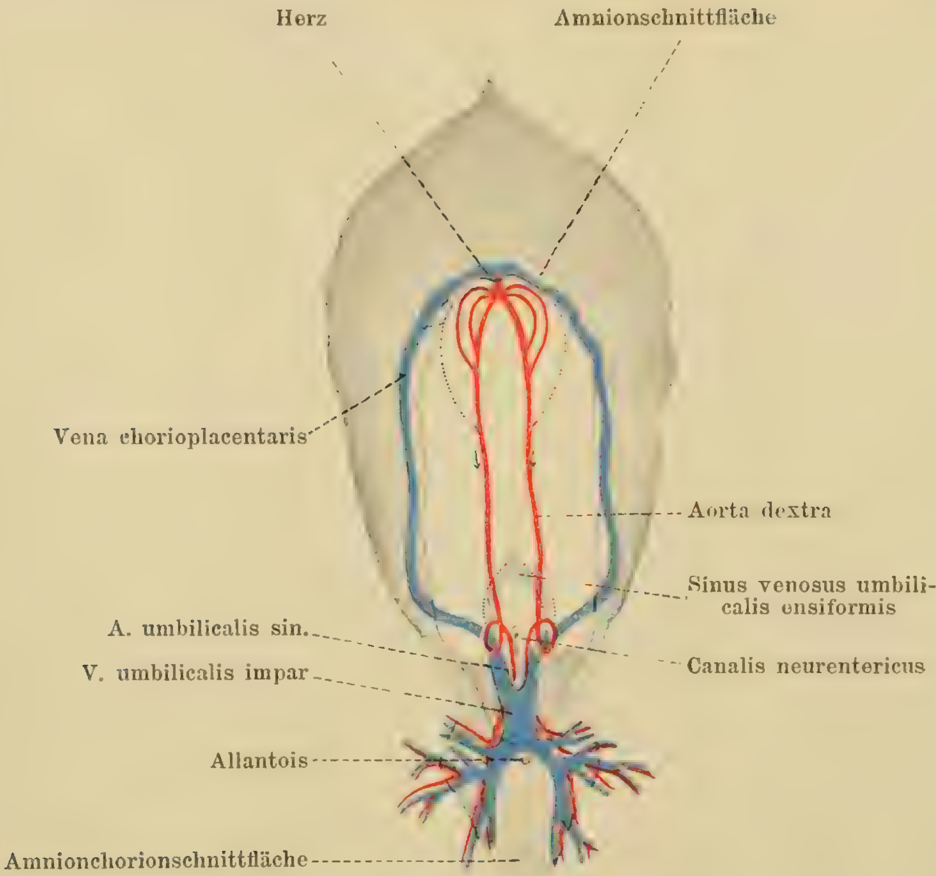


Fig. 1. (Nach Eternod.)

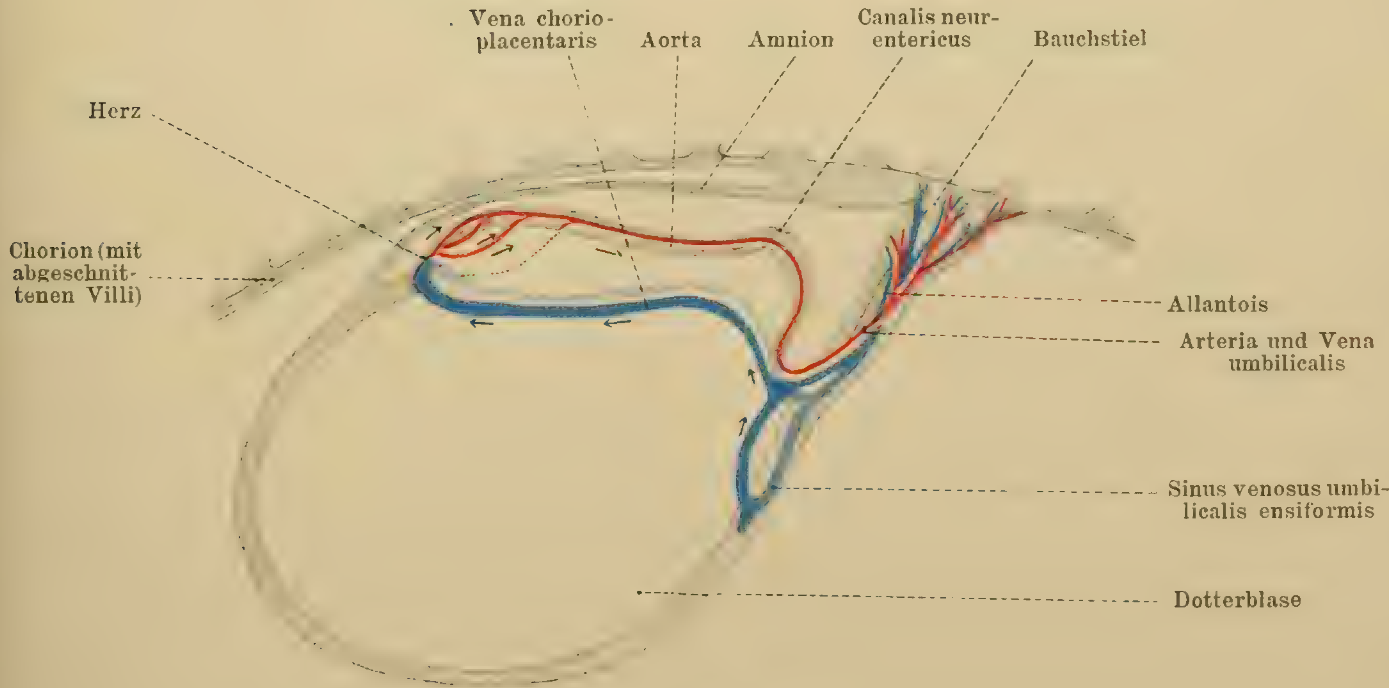


Fig. 2. (Nach Eternod.)

Die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica inferior sind beide einfach. Dagegen wird die Anlage der Arteria mesenterica superior von zwei in unmittelbarer Nähe voneinander ausgehenden Ventralzweigen repräsentiert, welche durch eine sehr schwache Längsanastomose mit einander verbunden sind. Von diesen Wurzeln der Art. mes. sup. ist die craniale sehr schwach, die caudale dagegen sehr stark entwickelt

Embryo XI (Sch.-St.-Länge 10,3 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. — Sehr gut konserviert. — Schnittdicke: 12 μ.

Von der ganzen Aorta wurde eine Sagittalrekonsruktion in 85maliger Vergrösserung und von der mittleren Aortapartie ausserdem eine plastische Rekonstruktion in 170maliger Vergrösserung gemacht.

Von den 8.—10. Aortensegmenten[1]) gehen bei diesem Embryo nicht weniger als 6 kleine Ventralzweige zum Ösophagus ab (Fig. 12).

Die Arteria coeliaca ist sehr stark entwickelt. Sie geht mit einem einzigen Wurzel von den 15. und 16. Aortensegmenten ab. Als Hauptzweig oder Fortsetzung des Stammes dieser Arterie imponiert die grosse Arteria lienalis. Die cranialwärts gerichtete Arteria gastrica und die caudalwärts verlaufende Arteria hepatica machen mehr den Eindruck als Zweige der Arteria lienalis.

Von den 17. und 18. Aortensegmenten geht die noch stärkere Arteria mesenterica superior hinaus. Auch diese Arterie geht mit einer einfachen Wurzel aus der Aortavorderseite heraus; diese sendet aber sofort einen kleinen Zweig aus, welcher — zuerst cranial — und dann ventralwärts verlaufend — am Rekonstruktionsmodell den Eindruck eines segmentalen Ventral-

1) Von diesem Stadium ab bin ich — in Übereinstimmung mit Tandler (1903) — bei der Zählung von der Arteria brachialis als der siebenten Segmentalarterie ausgegangen.

zweiges macht, der seine direkte Verbindung mit der Aorta secundär verloren hat.

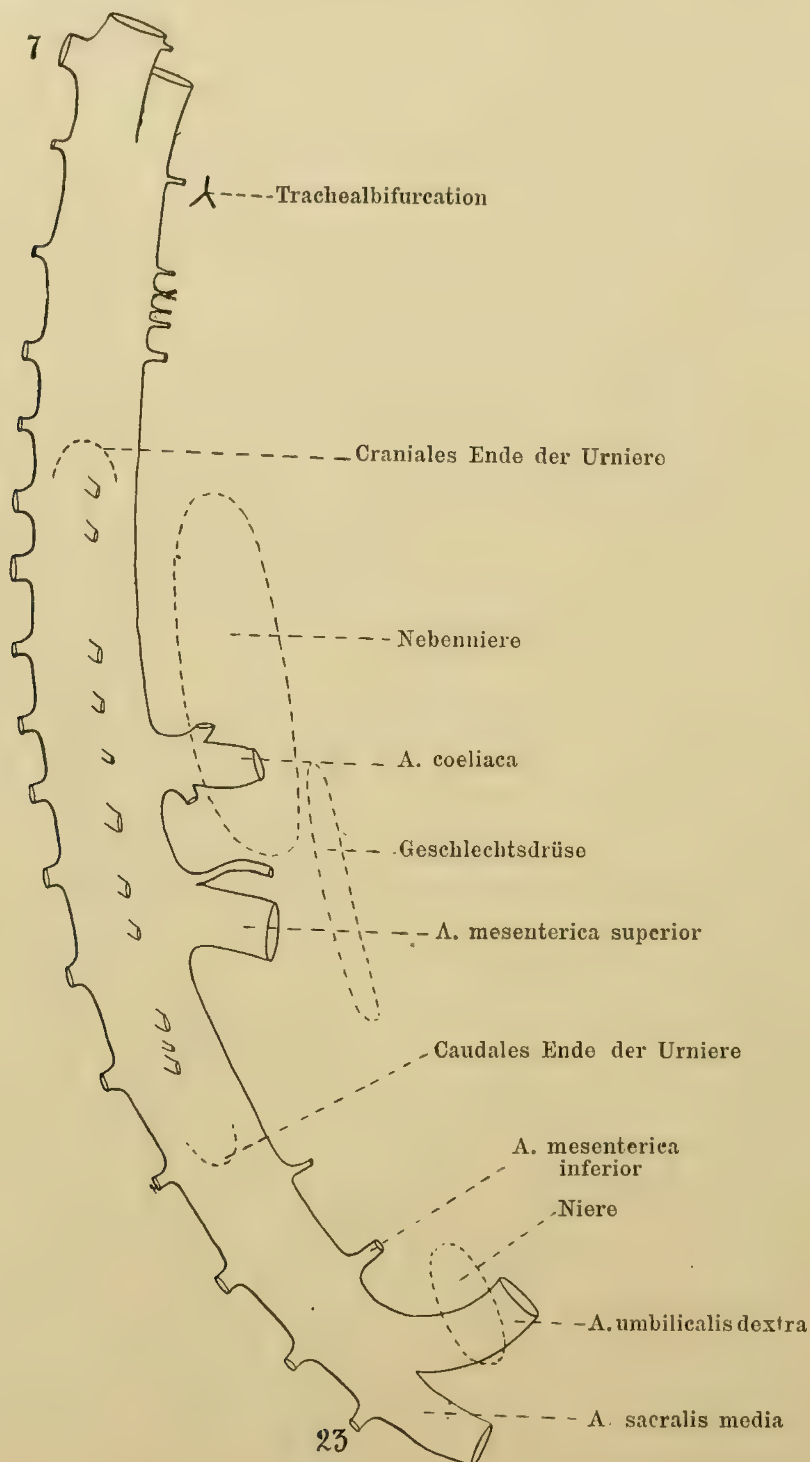


Fig. 12.
Sagittalrekonstruktion der einfachen Aorta descendens von einem 10,3 mm langen menschlichen Embryo. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40fach. Die Dorsalzweige des 7. und des 23. Aortensegmentes sind numeriert.

Von den 21. und 22. Aortensegmenten gehen noch zwei Ventralzweige von der Aorta aus. Diese sind beide unansehnlich und zwar besonders derjenige des 21. Segmentes. Der etwas stärker ausgebildete Ventralzweig des 22. Segmentes stellt wahrscheinlich die Anlage der Arteria mesenterica inferior dar.

Die Arteriae umbilicales gehen von dem 23. Aortensegment mit je einer dicken Wurzel hinaus. In der Höhe derselben liegen die Nachnierenanlagen, zu welchen noch keine Arterien gehen.

Die Urnieren strecken sich von dem 11. bis zum 20. Segment. Zu diesen Organen gehen jederseits 10—11 Lateralzweige von der Aorta hinaus. Von den 12.—19. Aortensegmenten kommend, zeigen diese Lateralzweige sowohl betreffs ihrer Grösse wie betreffs ihrer Ausgangsstellen grosse Unregelmässigkeiten. Eine segmentale Anordnung derselben ist also nicht mehr zu erkennen.

In der Höhe der 15.—18. Segmente ist jederseits in intimer Verbindung mit der betreffenden Urniere die Geschlechtsdrüsenanlage deutlich zu erkennen. Zu dieser gehen noch keine unterscheidbaren Arterien; ihre Nutrition bekommen die Geschlechtsdrüsen wohl via der Urniere.

In der Höhe der 11.—17. Segmenten liegen die Nebennierenanlagen. Diejenigen Lateralzweige der Aorta, welche in dieser Höhe zu den Urnieren gehen, geben im allgemeinen auch je einen Zweig nach der Nebenniere ab.

Embryo XII (Sch.-St.-Länge: 11 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ.

Von dem 7. bis zum 23. Aortensegment wurde eine Sagittalrekonstruktion der Aorta in 75 maliger Vergrösserung gemacht. Caudalwärts von dem 23. Aortensegment waren die Schnitte geschädigt. Die Ausgangsstelle der Arteriae umbilicales war daher nicht zu sehen.

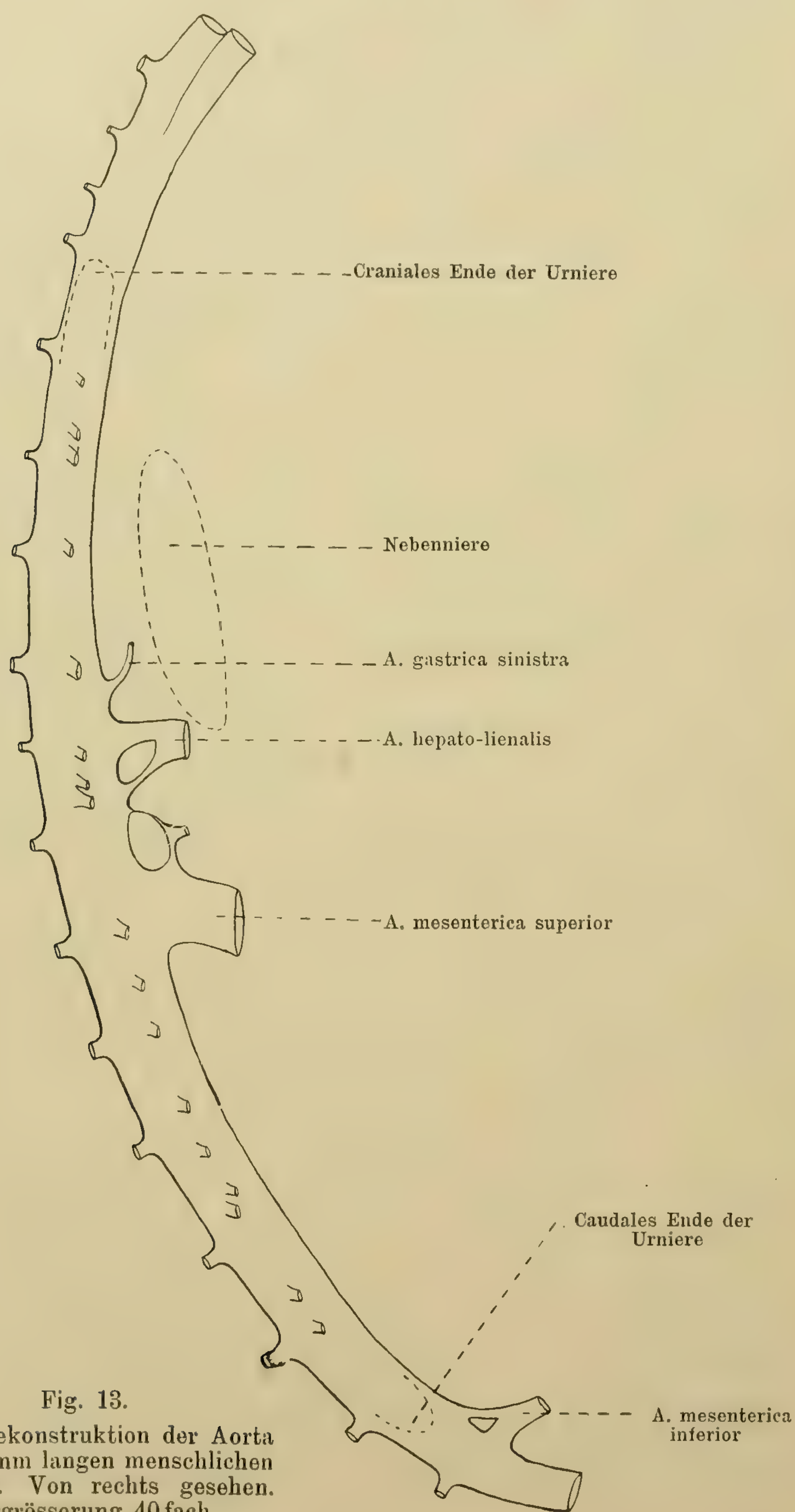


Fig. 13.
Sagittalrekonstruktion der Aorta eines 11 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40 fach

In der Höhe des 8. Aortensegmentes vereinigen sich die beiden Aortae descendentes zu der einfachen Aorta (Fig. 13).

Der erste Ventralzweig wird von der Arteria gastrica sin. gebildet, welche als ein kleines Gefäss selbständig von dem 14. Aortensegment ausgeht und zunächst hauptsächlich cranialwärts verläuft.

Die Arteria lienalis und die Arteria hepatica sind Äste eines gemeinsamen, kurzen, aber dicken Stammes, welcher mit zwei ungleich grossen Wurzeln von dem 15. Aortensegment ausgeht. Die craniale, dickere Wurzel geht von der Mitte, die caudale, dünnere Wurzel von der caudalen Partie des betreffenden Segmentes aus.

Von dem 17. Aortensegment geht die mächtige Arteria mesenterica superior mit einer einfachen Wurzel hinaus. Von dieser geht aber cranialwärts ein kleiner Zweig aus, welcher durch einen dünnen Bindegewebsstrang mit dem 16. Aortensegment in Verbindung steht, einen Bindegewebsstrang, den ich als eine atrophierte zweite Wurzel betrachte.

Von dem 23. Aortensegment geht die Arteria mesenterica inferior mit zwei fast gleichgrossen Wurzeln hinaus. — Im übrigen waren keine ventralen Aortenzweige zu finden.

Die Urnieren strecken sich vom 10. bis zum 23. Segment. Von dem 11.—21. Aortensegmente gehen die sie versorgenden Lateralzweige der Aorta heraus. Jederseits gehen 17—18 solche Zweige zu der betreffenden Urniere. Eine segmentale Anordnung der Urnierenarterien ist nur in einzelnen Segmenten zu erkennen.

Embryo XIII (Sch.-St.-Länge: 11,7 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 20 μ.

Von dem 8. bis zum 23. Aortensegment wurde eine Sagittalrekonstruktion der Aorta in 50 maliger Vergrösserung gemacht.

Auch bei diesem Embryo findet die Vereinigung der beiden Aortae descendentes in der Höhe des 8. Aortensegments statt.

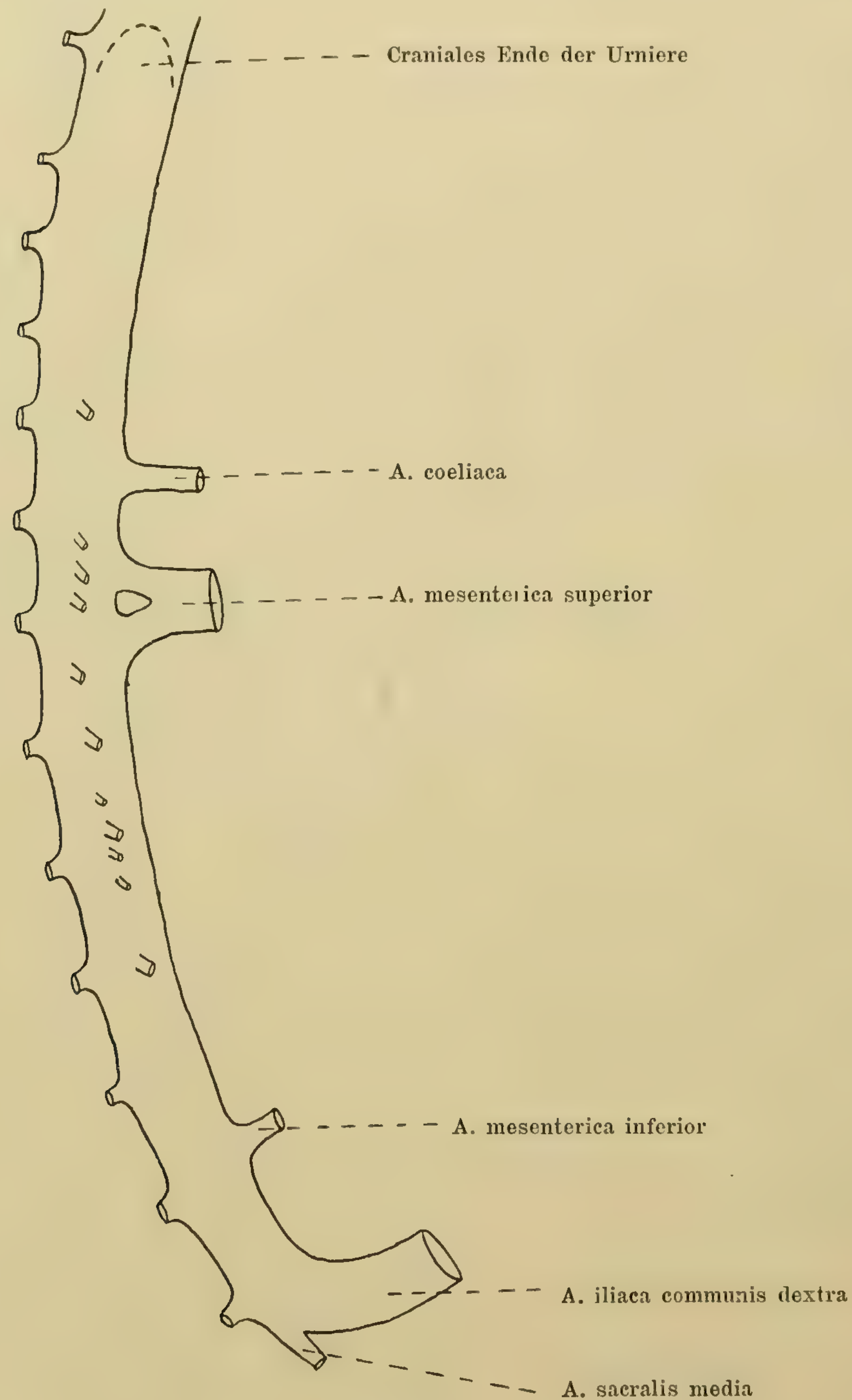


Fig. 14.
Sagittalrekonstruktion der Aorta eines 11,7 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40fach.

Von dem 9. Aortensegment geht eine Arteria oesophogica als der erste Ventralzweig von der Aorta hinaus.

Die Ausgangsstelle der bei diesem Embryo einwurzeligen Arteria coeliaca liegt an der Grenze zwischen dem 15. und dem 16. Aortensegment (Fig. 14).

Wie ich schon früher (Broman, 1904 S. 150) erwähnt habe, ist bei diesem Embryo die Arteria mesenterica superior zweiwurzelig. Die beiden Wurzeln sind fast gleichdick und kommen, die caudale von dem 17., die craniale von der Grenze zwischen dem 16. und 17. Aortensegment.

Die Arteria mesenterica inferior geht mit einer einfachen Wurzel von der Grenze zwischen dem 21. und 22. Aortensegment hinaus.

In unregelmässigen Zwischenräumen gehen zu der rechten Urniere 12 Lateralzweige von den 15.—21. Aortensegmenten heraus. Die betreffende Urniere erreicht die Höhe des 11. Segmentes. — An der linken Seite wurden die Urnierenarterien nicht gezählt.

Die Arteriae umbilicales gehen von dem 23. Aortensegment hinaus.

Embryo XIV (Sch.-St.-Länge: 11,7 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ. Obwohl die Länge dieses Embryos dieselbe ist wie die des Embryo XIII, befindet er sich doch — nach der Organentwickelung zu urteilen — in einem späteren Entwickelungsstadium.

Es wurde zuerst eine Sagittalrekonstruktion der Aorta von dem 7. bis 25. Segment in 85 facher Vergrösserung und dann eine plastische Rekonstruktion der mittleren Aortapartie (Segmente 16—19) in 170 facher Vergrösserung gemacht.

Die caudale Partie der rechten Aorta descendens ist jetzt sehr dünn geworden. In der Höhe des 8. Segmentes verbindet

sie sich mit der Aorta descendens sinistra zu der einfachen Aorta descendens.

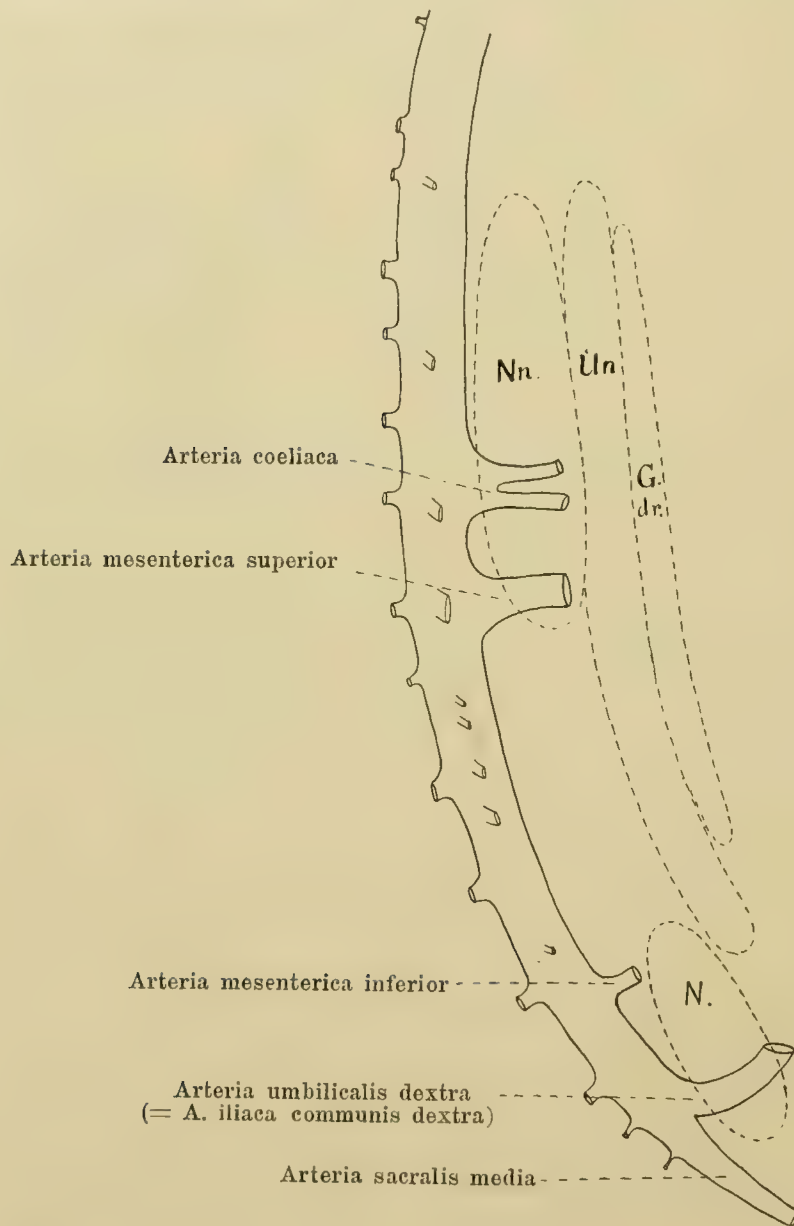


Fig. 15.

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 11,7 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40 fach. Die Länge und die Höhelage der Urniere (Un), Geschlechtsdrüse (Gdr), Nebenniere (Nn) und Niere (N) sind durch punktierte Linien schematisch angegeben.

Von der cranialen Partie des 10. Aortensegmentes geht eine Arteria oesophagica als erster Ventralzweig von der Aorta aus.

Die Arteria coeliaca geht einfach von dem 17. Aortensegment hinaus, teilt sich aber fast sofort in zwei fast gleichgrosse Äste, welche zunächst ventralwärts und einander fast parallel verlaufen (Fig. 15). Der craniale Ast stellt die Anlage der Arteria gastrica sin. dar; der caudale, etwas dickere Ast entsendet sowohl die Arteria lienalis wie die Arteria hepatica.

Die Arteria mesenterica superior geht einwurzelig aus dem 18. Aortensegment heraus. Ebenfalls einwurzelig kommt die Arteria mesenterica inferior aus dem 22. Aortensegment.

Die Arteriae umbilicales kommen aus dem 23. und 24. Aortensegment.

Die Urnieren strecken sich von dem 13. bis zum 22. Segment und bekommen Lateralzweige von der ganzen entsprechenden Strecke der Aorta. Diese Urnierenarterien zeigen grosse Unregelmässigkeiten sowohl betreffs ihrer Lage wie ihrer Grösse (vgl. Fig. 15). Am grössten ist diejenige Urnierenarterie, welche in der Höhe der Arteria mesenterica superior ausgeht.

Die Geschlechtsdrüsen sind sehr lang. Sie strecken sich vom 14. bis zum 21. Segment. Eigene Arterien besitzen sie noch nicht, sondern bekommen ihre Nutrition via der Urnieren.

Auch die Nachnieren, welche jetzt in der Höhe der 22. und 23. Aortensegmente liegen, haben noch keine unterscheidbaren Arterien.

Dagegen haben die Nebennieren, welche in der Höhe der 13.—18. Segmente liegen, Arterien, welche sich von den in derselben Höhe ausgehenden Urnierenarterien abgezweigt haben.

Embryo XV (Sch.-St.-Länge: 13,2 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Ausser einer Sagittalrekonstruktion der ganzen Aorta descendens in 85 facher Vergrösserung wurde von der mittleren Aortapartie (Segmente 15—20) in 170 facher Vergrösserung eine plastische Rekonstruktion hergestellt.

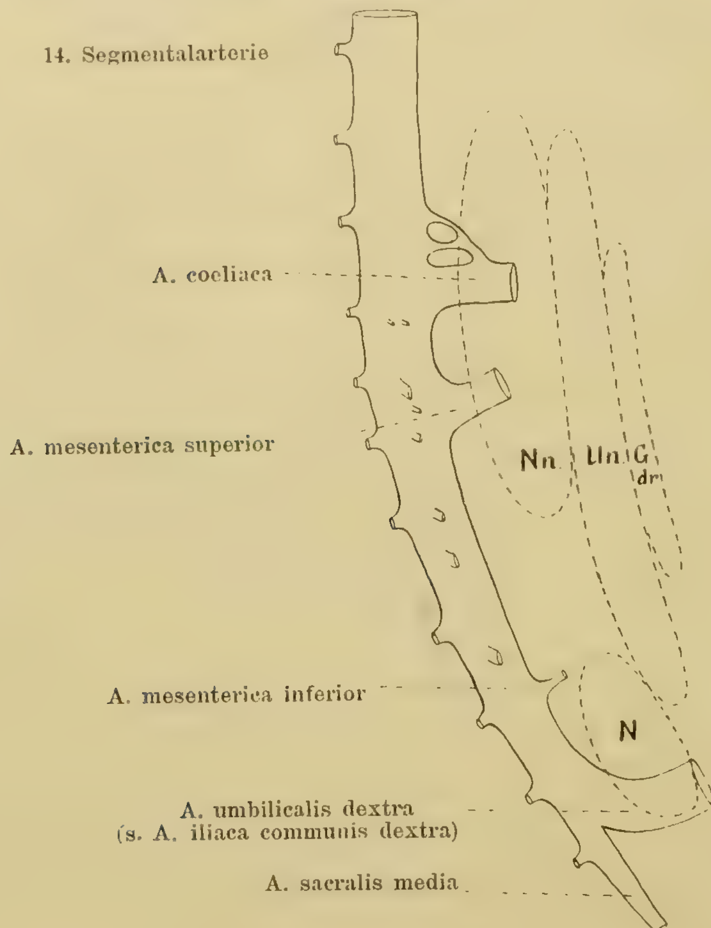


Fig. 16.

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 13,2 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40 fach. Die Höhen der Geschlechtsdrüse (Gdr), der Urniere (Un), der Nebenniere (Nn) und der Niere (N) sind schematisch angegeben.

Die Vereinigung der dünnen rechten Aorta descendens mit der dicken linken findet an der Höhe des 8. Segmentes statt.

Von ventralen Aortazweigen waren bei diesem Embryo nur drei zu sehen: die Arteria coeliaca, die Arteria mesenterica superior und die Arteria mesenterica inferior (Fig. 16).

Die letztgenannte ging von dem 22. Segment und die Arteria mesenterica superior sowohl von der unteren Hälfte des 18. wie von der oberen Hälfte des 19. Aortensegmentes aus, und zwar beide mit nur je einer Wurzel.

Dagegen ist bei diesem Embryo die Arteria coeliaca dreiwurzelig. Von diesen Wurzeln ist nur die caudalste gross und auch bei schwacher Vergrösserung deutlich zu sehen. Sie geht von dem 17. Aortensegment heraus. Die beiden cranialen Wurzeln, welche von dem 16. Aortensegment kommen, sind dagegen so unbedeutend, dass sie — wenn man ihre Existenz nicht im voraus kennt — bei schwacher Vergrösserung ganz übersehen werden können. Dieses habe ich auch tatsächlich gemacht, bis ich die Schnittserie speziell um die Gefässverhältnisse genauer zu studieren, bei stärkerer Vergrösserung durchgesehen habe.

Die Urnieren strecken sich von der Höhe des 15. bis zu derjenigen des 22. Aortensegmentes. Wie Fig. 16 zeigt, kommen aber Urnierenarterien nur von den 17.—21. Aortensegmenten.

An der Mitte der einfachen Aorta zeigen die segmentalen Dorsalzweige derselben interessante Verschmelzungsstadien (Fig. 31), welche mit denjenigen der ventralen Aortazweige in frühzeitigeren Entwickelungsstadien vollständig übereinstimmen. Die dorsalen Zweigpaare der 15. und 16. Segmente sind vollständig zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen, und die diesen am nächsten liegenden Zweigpaare zeigen ganz ähnliche Übergangsstadien zwischen getrennten und verschmolzenen Zweigen desselben Segments, wie wir bei den Ventralzweigen der hier zuerst beschriebenen Entwickelungsstadien (Fig. 5 u. 6) gesehen haben.

Die Arteriae umbilicales gehen von dem 23. und teilweise auch von dem 24. Aortensegment hinaus.

Caudalwärts von ihnen setzt sich die Aorta descendens in eine lange Arteria sacralis media fort.

Embryo XVI (Sch.-St.-Länge: 14 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Von der ganzen Aorta descendens wurde eine Sagittalrekonstruktion in 85facher Vergrösserung gemacht.

Die caudale Partie der rechten Aorta descendens ist sehr atrophisch und fast ohne Lumen. In der Höhe des 9. Aortensegmentes verbindet sie sich mit der dicken linken Aorta descendens.

Die einfache Aorta besitzt 4 Ventralzweige, von welchen nur der caudalste, die Arteria mesenterica inferior, segmental ausgeht. Wie in den vorigen Stadien kommt diese Arterie von dem 22. Aortensegment (Fig. 17).

Die Arteria mesenterica superior geht zwischen den 18. und 19., die Arteria coeliaca zwischen den 17. und 18. Segmenten von der Aorta aus; und zwar beide mit nur je einer Wurzel. An der Grenze zwischen den 11. und 12. Segmenten geht eine recht grosse Arteria oesophagica heraus.

Die Urniere streckt sich jederseits von dem 14. bis zu dem 22. Segment. Ihre Arterien bekommt sie aber nur von den 17.—22. Aortensegmenten. Wie Fig. 17 zeigt, sind die Urnierenarterien nicht mehr besonders zahlreich — es waren jederseits nur 7—8 zu zählen —; die meisten sind aber recht gross geworden. Die 2—3 cranialen Urnierenarterien funktionieren auch als Nebennierenarterien.

Die Geschlechtsdrüsen, welche sich von dem 18. bis zu dem 21. Segment strecken, bekommen ihre Nutrition durch die Urnieren.

Die Nachnieren, welche in der Höhe der 22. und 23. Aortensegmente liegen, haben noch keine unterscheidbare Arterien.

Die Arteriae umbilicales gehen von dem 23. Aortensegment heraus. Caudalwärts hiervon setzt sich die Aorta in

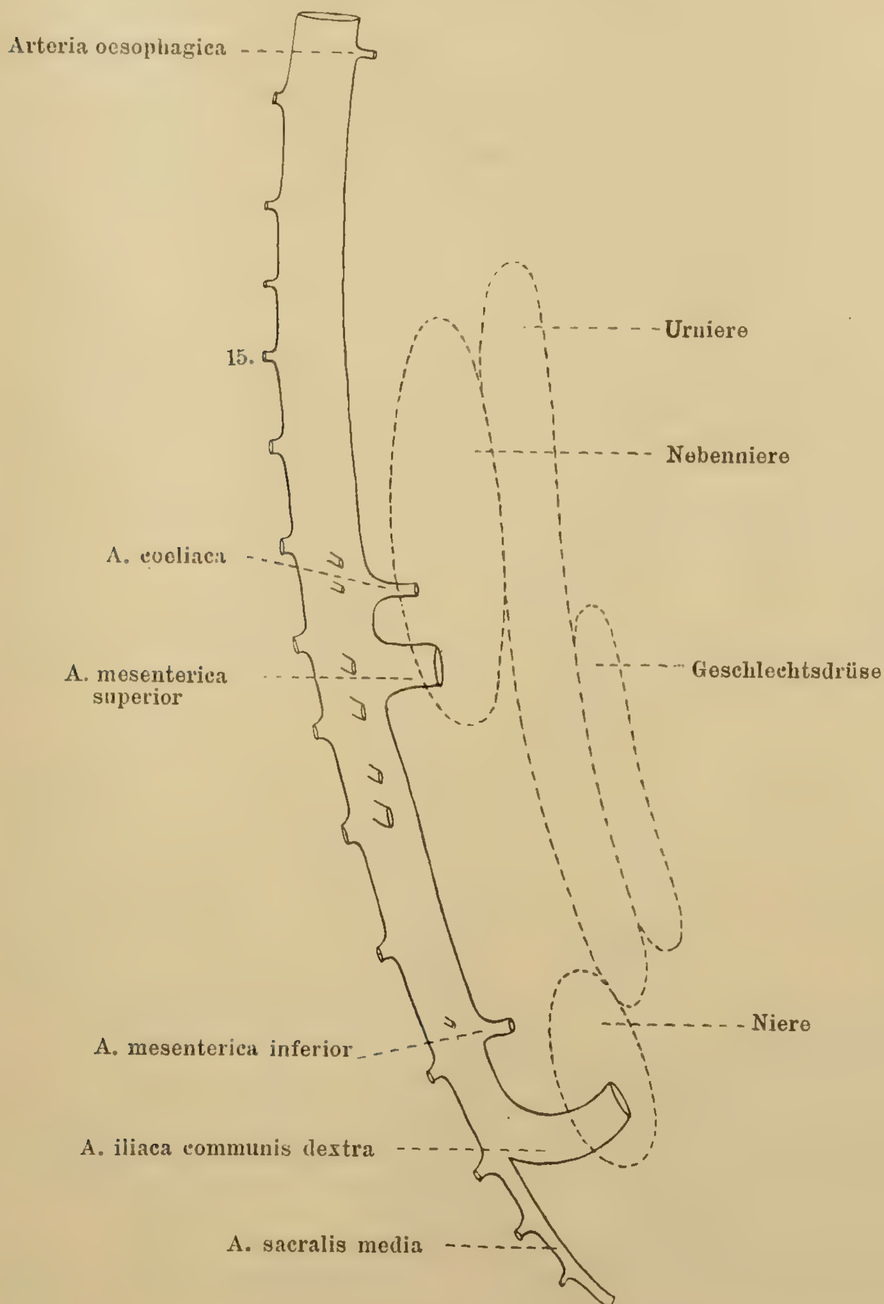


Fig. 17.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Aorta descendens eines 14 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40fach.

eine sehr lange und noch recht dicke Arteria sacralis media direkt fort. Von dieser gehen mehrere dorsale Segmentalzweige paarweise ab.

Embryo XVII (Sch.-St.-Länge: 16 mm).

Den Kopf dieses Embryos habe ich für eine frühere Arbeit (Broman, 1899) microtomiert. Den Rumpf – teilweise durch macroscopische Präparation in der Bauchhöhle geschädigt — habe ich vor vielen Jahren als Gabe von Herrn Professor Erik Müller erhalten, aber erst jetzt microtomiert (in Quer-

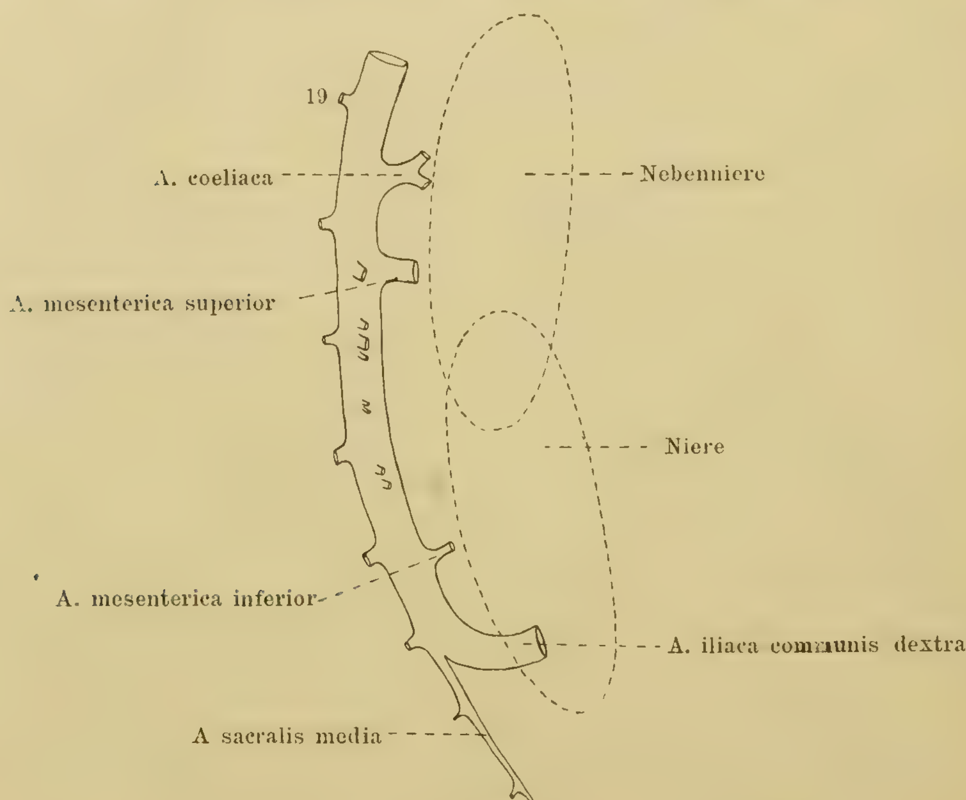


Fig. 18.

Sagittalrekonstruktion (halbschematisch) der Bauchaorta eines 16 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40fach.

schnitten von 10 μ). Leber, Urnieren und Geschlechtsdrüsen waren mehr oder weniger geschädigt. Der Erhaltungszustand dieses Embryos ist aber sehr gut und die Zweige der Bauchaorta deutlich zu sehen. Von derselben wurde in 100maliger Vergrösserung ein Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca geht etwas cranialwärts vom Ursprung der 20. dorsalen Segmentalarterie von der Aorta aus Fig. 18). Die Arteria mesenterica superior entspringt

etwa an der Grenze zwischen den 20. und 21. Aortensegmenten Die Arteria mesenterica inferior wird von dem 23. Aortensegment abgeben. Die Arteriae umbilicales verlassen am 24. Segment die Aorta, welche sich direkt in eine dünne Arteria sacralis media fortsetzt. Die Ausgangsstelle dieser Arterie liegt den dorsalen Segmentalzweigen des 24. Aortensegmentes sehr nahe. Von den 21. und 22. Aortensegmenten gehen 7—8 Lateralzweige hinaus, von welchen jederseits 2—3 grosse zu den Nebennieren verfolgt werden können.

Dagegen können keine Arterien bis in die Nachnieren hinein verfolgt werden. Indessen besitzen die Nachnieren in dem Innern — wie ich neulich gezeigt habe (Broman 1907) — deutliche Gefässe. Diese sind aber alle Venen, welche dem zu dieser Zeit existierenden Pfortadersystem der Nachniere gehören.

Embryo XVIII (Sch.-St.-Länge: 16,2 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. — Schnittdicke: 15 μ.

Von der Bauchaorta wurde in 75 maliger Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Von den 13. und 14. Aortensegmenten geht je eine Arteria oesophagica hinaus.

Die Arteria coeliaca wird von zwei etwa gleichdicken. Arterien repräsentiert, welche in der Höhe des 19. Aortensegmentes von der Aortavorderseite ausgehen (Fig. 19).

Die Arteria mesenterica superior geht einfach von dem 20. Aortensegment hinaus. Die ebenfalls einfache Arteria mesenterica inferior zweigt sich etwa an der Grenze zwischen den 22. und 23. Segmenten von der Aorta ab.

An der Grenze zwischen den 23. und 24. Aortensegmenten nehmen die Arteriae umbilicales ihren Ursprung. Von hier aus setzt sich die Arteria sacralis media als dünne aber direkte Fortsetzung der Aorta caudalwärts fort.

Von den 20—22 Aortensegmenten gehen jederseits 6 mächtige Lateralzweige heraus, von welchen die oberen die Neben-

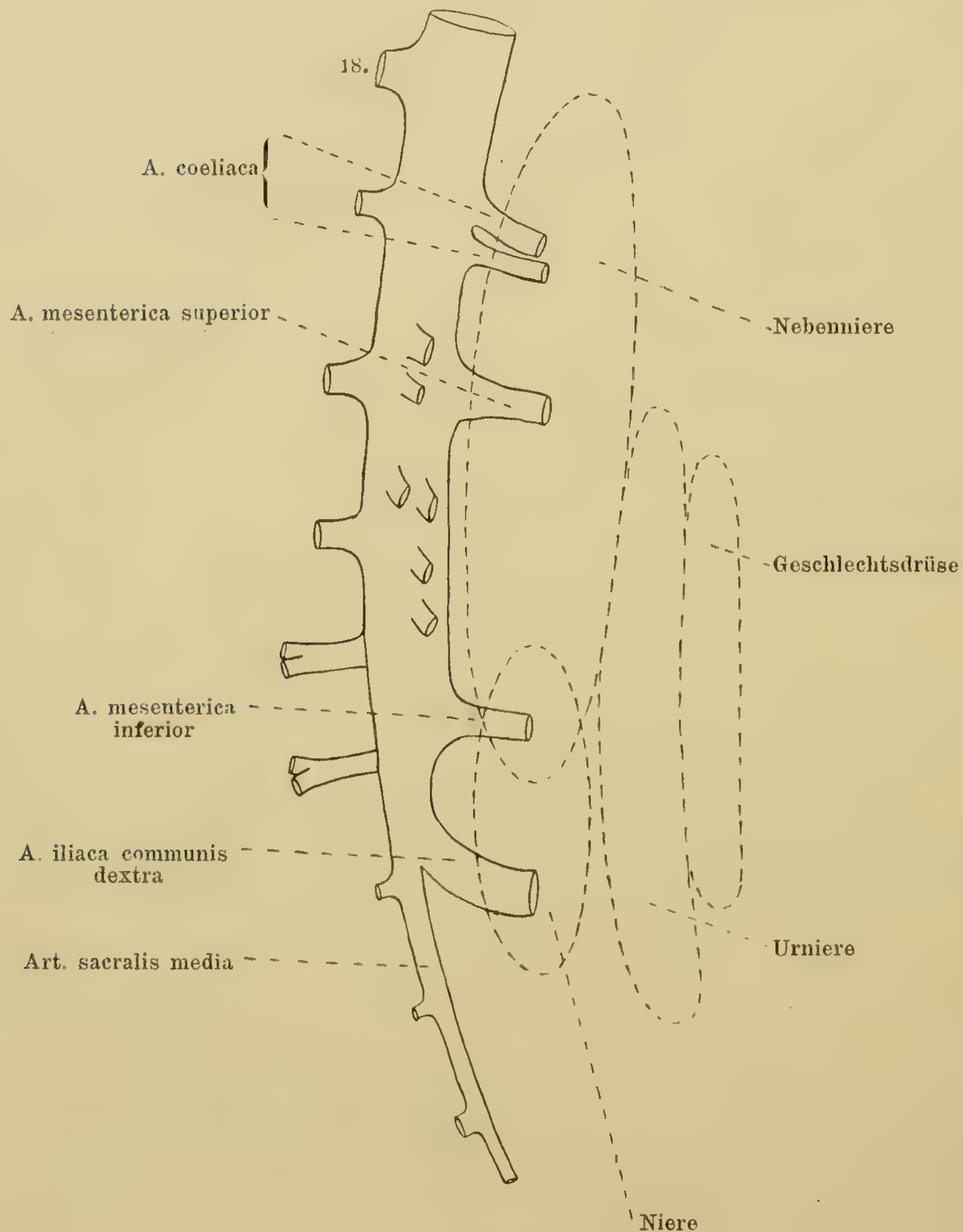


Fig. 19.
Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 16,2 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40 fach.

niere, die unteren die Urniere (mit der Geschlechtsdrüse) versorgen. Die Niere besitzt noch keine deutlichen Arterien.

Betreffs der dorsalen Segmentalzweigpaare der Aorta ist

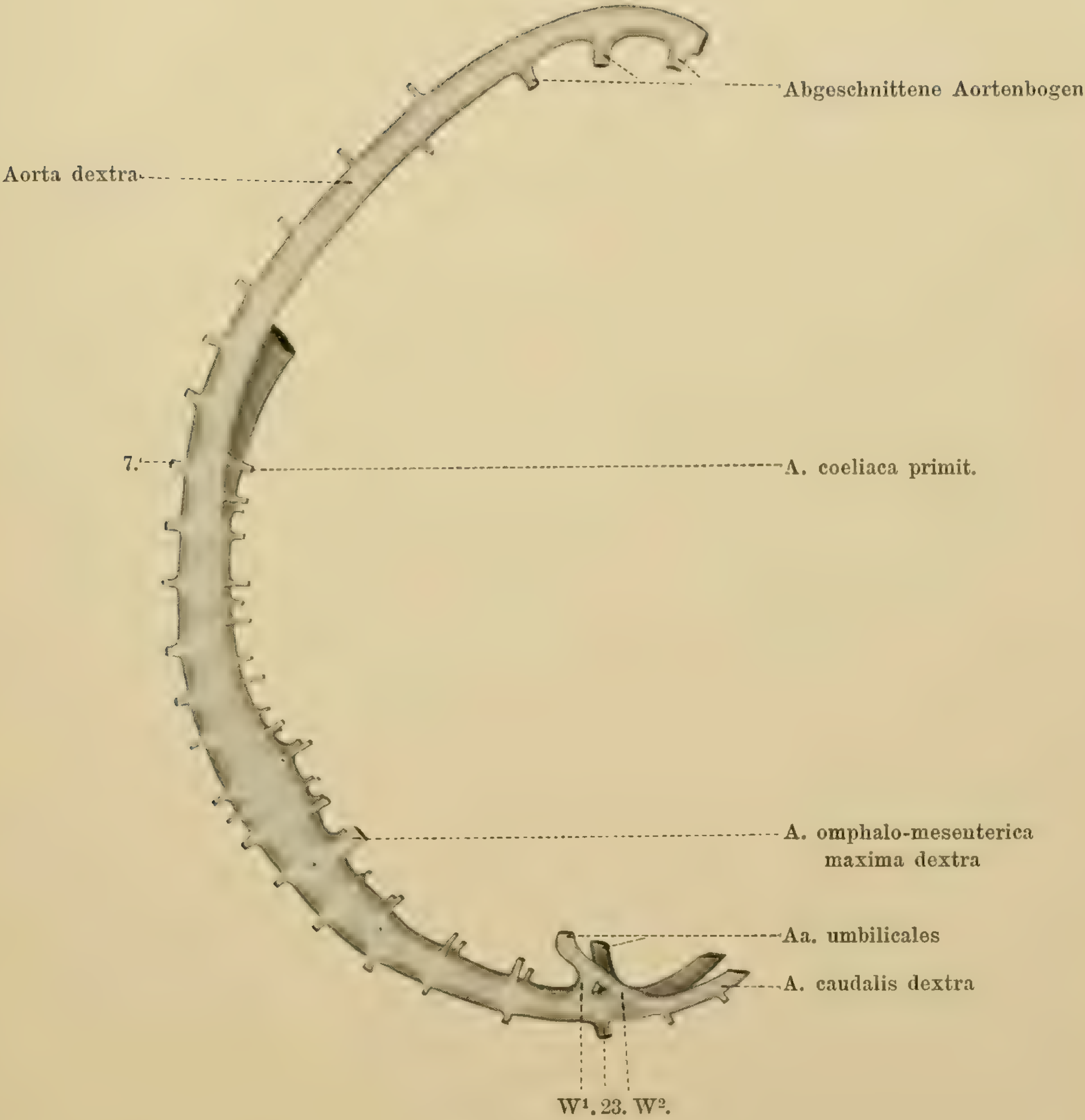

Abgeschnittene Aortenbogen
Aorta dextra
7.
A. coeliaca primit.
A. omphalo-mesenterica maxima dextra
Aa. umbilicales
A. caudalis dextra
W¹. 23. W².

Fig. 3.

hervorzuheben, dass diejenigen der 22. und 23. Segmente zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen sind.

Embryo XIX. (Sch.-St.-Länge: 18,5 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. — Schnittdicke: 12 μ.

Dieser Embryo zeigt in mehreren Beziehungen abnorme Verhältnisse. U. a. sind die Urnieren abnorm gross: sie strecken sich vom 12. bis zum 24. Segment. Die Nebennierenanlagen sind nicht deutlich abzugrenzen.

Von der Aorta wurde in 85facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

An der Grenze zwischen den 15. und 16. Aortensegmenten geht die einfache Arteria coeliaca hinaus. Die Arteria mesenterica superior zweigt sich von dem 17., die Arteria mesenterica inferior von dem 23. und die Arteriae umbilicales von dem 24. Aortensegment ab.

6—7 mächtige Lateralzweige gehen jederseits von den 20.—23. Aortensegmenten hinaus.

Die Dorsalzweigpaare der Aorta gehen in sehr ungleichen Abständen von der Aorta heraus. Das letzte Paar ist zu einem kurzen, unpaaren Stamm verschmolzen, welcher sich in zwei ungleich dicke, stark descendente Zweige teilt.

Die Arteria sacralis media geht von der Aorta mit zwei kurzen symmetrischen Wurzeln aus, welche wahrscheinlich dadurch entstanden sind, dass an dieser Stelle die beiden Aortae descendentes paarig geblieben sind. Sie setzt sich caudalwärts als direkte Fortsetzung der Aorta fort und sendet zahlreiche Segmentalzweigpaare dorso-lateralwärts aus.

Embryo XX (Sch.-St.-Länge: etwa 19 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ.

Von der Bauchaorta wurde in 75 facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca wird von drei Gefässstämmen repräsentiert (Fig. 20), welche sich alle von dem 20. Aortensegment abzweigen. Am cranialsten geht die Arteria gastrica sin., am caudalsten die Arteria lienalis von der Aorta hinaus. Diese Gefässe gehen beide nach rechts von der Medianebene

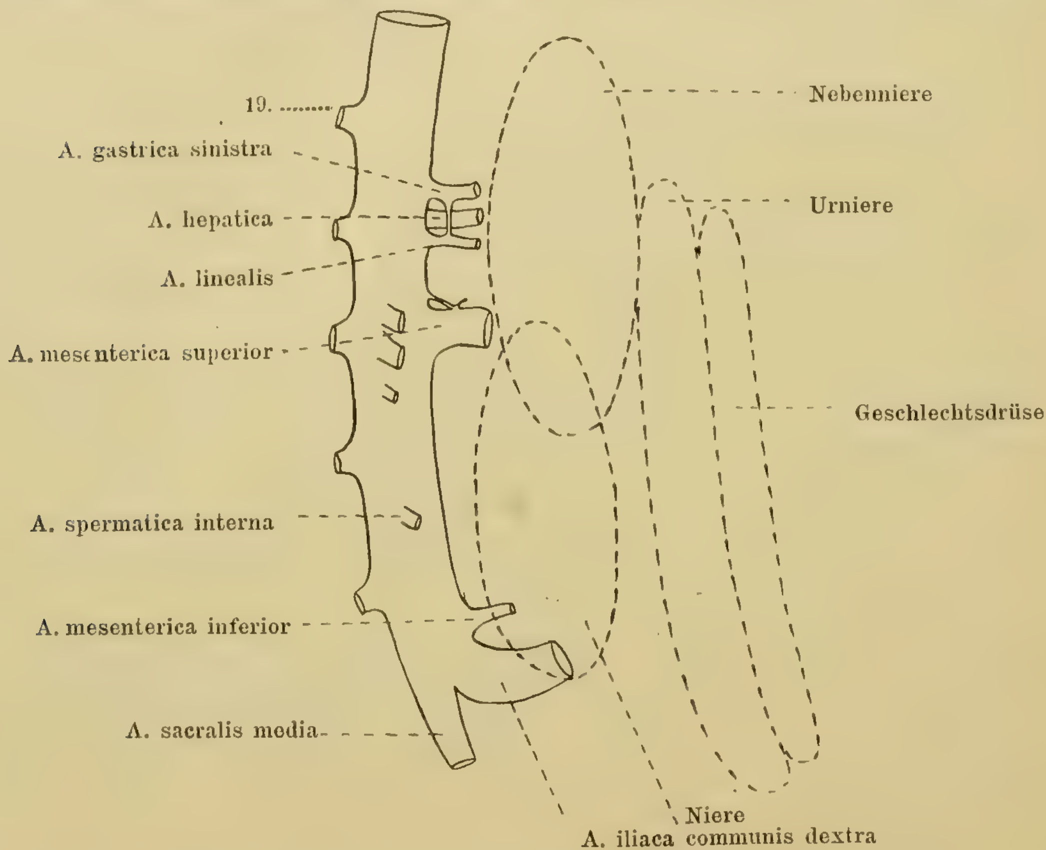


Fig. 20.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 19 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40 fach.

von der Aorta aus und sind durch eine Längsanastomose miteinander verbunden. Die mittlere, dickere Arterie stellt die Arteria hepatica dar. Sie hat keine direkte Verbindung weder mit den anderen Gefässstämmen noch mit der dieselben verbindende Längsanastomose.

Die Arteria mesenterica superior geht von dem 21. und die Arteria mesenterica inferior von dem 23. Aor-

tensegment hinaus, beide nur mit je einer funktionsfähigen Wurzel. Unmittelbar cranialwärts von der dicken Wurzel der Arteria mesenterica superior ist indessen eine zweite, atrophische Wurzel dieser Arterie undeutlich zu erkennen.

Bei diesem Embryo sind jederseits nur 4 Lateralzweige zu erkennen. Die zwei oberen kommen vom 21. Aortensegment, der dritte geht an der Grenze zwischen dem 21. und 22., der vierte an der Grenze zwischen dem 22. und 23. Aortensegment von der Aorta aus. Die zwei oberen, welche am stärksten entwickelt sind, gehen in erster Linie zu der betreffenden Nebenniere; der erste Lateralzweig sendet aber auch einen dünnen Zweig zu dem soeben geschlossenen Zwerchfell; und von dem zweiten Lateralzweig geht jetzt ein Nierenzweig ab.

Die beiden caudalen Lateralzweige versorgen die Urniere und die Geschlechtsdrüse der betreffenden Seite.

Die Arteriae umbilicales gehen von dem 24. Aortensegment heraus. Caudalwärts von diesem setzt sich die Aorta in die Arteria sacralis media direkt fort.

Embryo XXI (Sch.-St.-Länge: 21,1 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Von der Bauchaorta wurde in 85 facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca zweigt sich vom 20., die Arteria mesenterica superior an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21., und die Arteria mesenterica inferior vom 23. Aortensegment ab (Fig. 21).

An der Grenze zwischen dem 19. und 20. Aortensegment geht rechterseits ein kleiner Lateralzweig zu der betreffenden Nebenniere ab. Von dem 21. Aortensegment kommt ein starker Lateralzweig, welcher sich sofort in einen oberen Nebennieren-

zweig und in einen unteren Nierenzweig teilt. An der Grenze zwischen dem 22. und 23. Segment zweigt sich ein dritter Lateralzweig von der Aorta ab, um zu der Urniere und der Geschlechtsdrüse zu gehen.

Die Arteriae umbilicales verlassen die Aorta am 24. Segment. Die in derselben Höhe ausgehenden Dorsalzweige

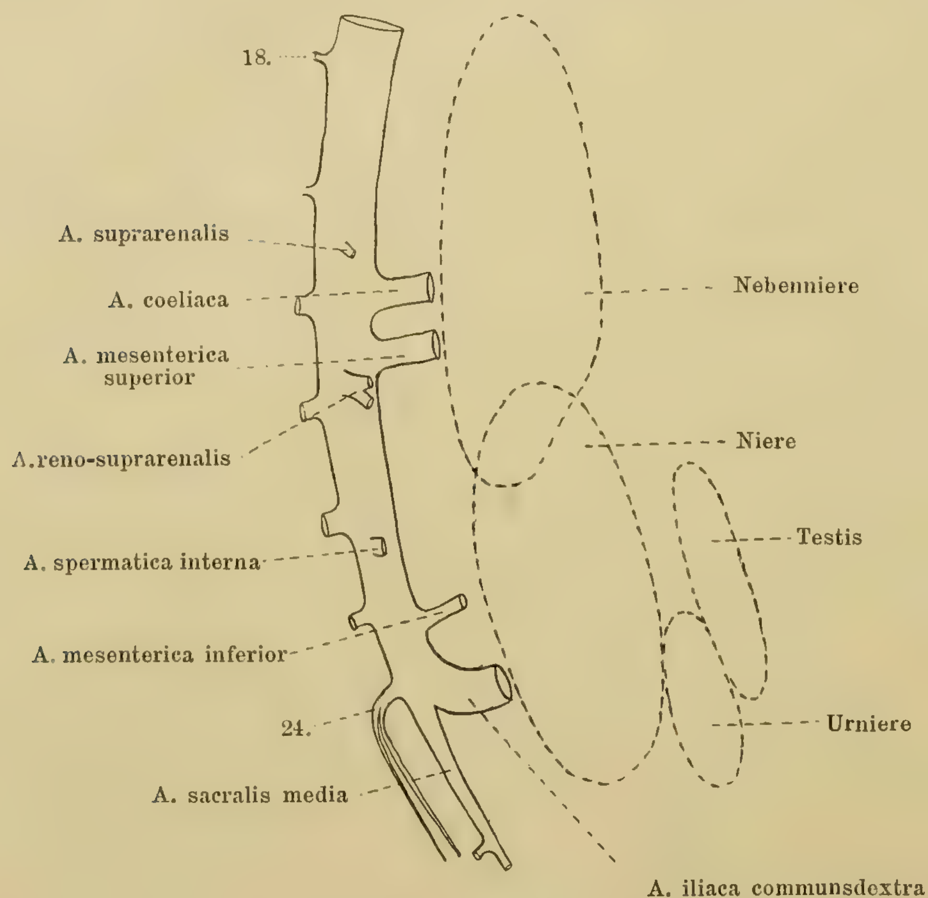


Fig. 21.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 21,1 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40fach.

haben sich zu einem kurzen, unpaaren Stamm vereinigt, welcher sich in zwei stark descendente Zweige teilt, die der Arteria sacralis media fast parallel verlaufen. Die letztgenannte Arterie macht noch den Eindruck, eine direkte Fortsetzung der Aorta zu bilden.

Embryo XXII (Sch.-St.-Länge: 22,7 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Von der Bauchaorta wurde in 85facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

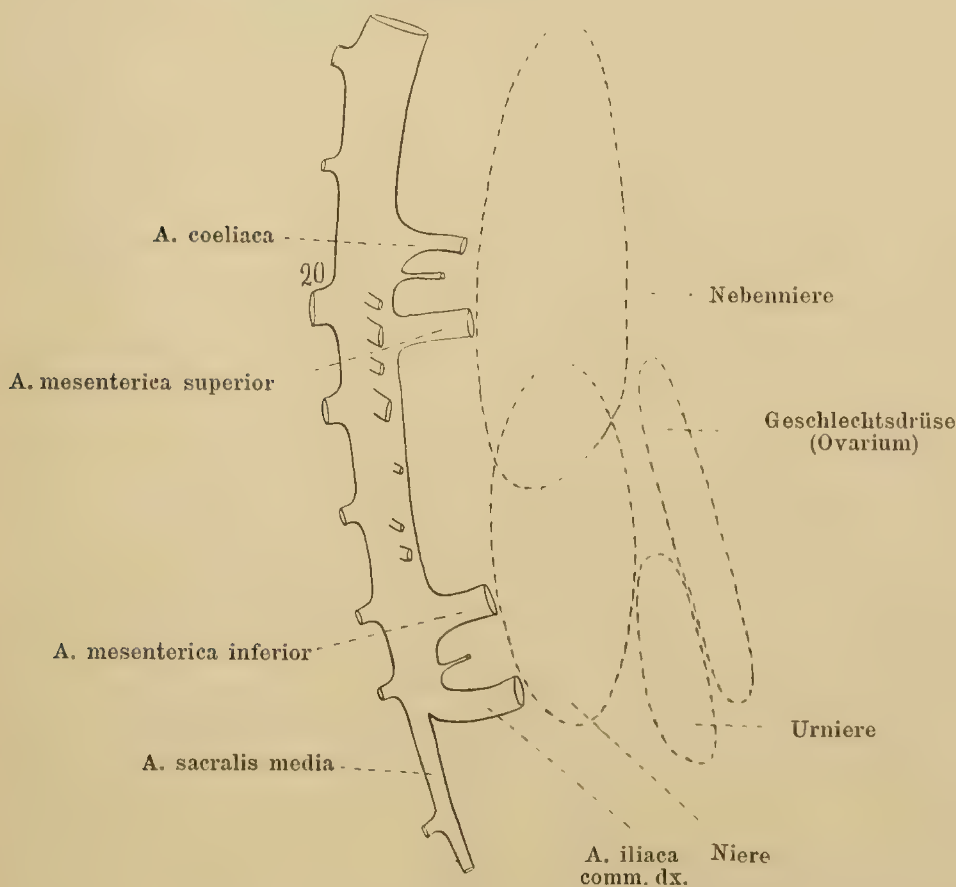


Fig. 22.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 22,7 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrösserung 40fach.

Bei diesem Embryo wird die Arteria coeliaca von 2 ungleich dicken Arterienstämmen (Fig. 22) repräsentiert, von welchen der dickere mehr cranial und nach links, der dünnere mehr caudal und nach rechts von der Aortavorderseite ausgeht. Sie gehen beide von der oberen Hälfte des 20. Aortensegmentes heraus. Von der unteren Hälfte desselben Segmentes kommt die einfache Arteria mesenterica superior.

Die Arteria mesenterica inferior ist relativ stark entwickelt. Sie kommt vom 23. Aortensegment. Vom 24. Aortensegment kommt bei diesem Embryo ein kleiner Ventralzweig, welcher in das Zuckerkandlsche Organ, nicht aber in das Mesenterium dorsale hinein verfolgt werden kann.

Unmittelbar caudalwärts von diesem Ventralzweig verlassen die Arteriae umbilicales der Aorta, welche sich caudalwärts von dieser Stelle in die Arteria sacralis media direkt fortsetzt.

Nicht weniger als 7 Lateralzweige gehen bei diesem Embryo von der rechten Seite der Aorta ab (und zwar von den 20.—22. Aortensegmenten). Die 3 cranialen Lateralzweige gehen alle zu der betreffenden Nebenniere. Der vierte Lateralzweig, welcher von dem 21. Aortensegment kommt, ist als die Anlage der Arteria renalis zu bezeichnen; nach schwach descendentem [1]) Verlauf trifft er die Niere unmittelbar caudalwärts von dem caudalen Nebennierenpol. Kleinere Zweige gehen hier in die Nebenniere hinein; drei grosse Zweige dringen aber in die Niere hinein.

Die 3 caudalen Lateralzweige gehen alle zur Urniere. Von diesem Organ aus wird noch die Geschlechtsdrüse mit Nahrung versorgt.

Embryo XXIII (Sch.-St.-Länge: 24 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Von der Bauchaorta und der cranialen Partie der Arteria sacralis media wurde in 85 facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die 3 Ventralzweige der Aorta gehen alle einfach von der Aorta aus (Fig. 23), und zwar die Arteria coeliaca von dem

[1]) Die Vena renalis verläuft mehr transversal.

20., die Arteria mesenterica superior von dem 21. und die Arteria mesenterica inferior von dem 24. Segment.

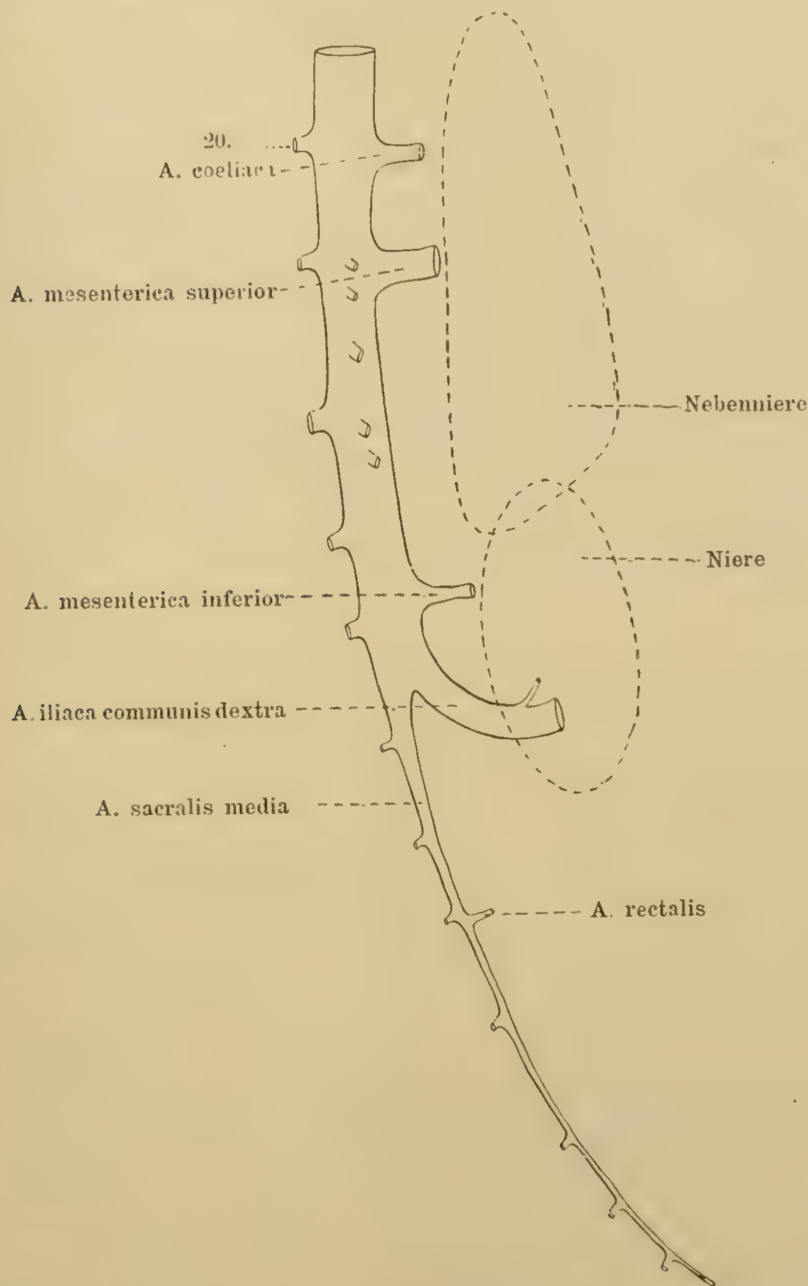


Fig. 23.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta und der cranialen Partie der Arteria sacralis media von einem 24 mm langen menschlichen Embryo. — Von rechts gesehen. — Vergrösserung 40fach.

An der Grenze zwischen dem 24. und 25. Segment zweigen sich die Arteriae umbilicales von der Aorta ab. Jede

Die Arteria coeliaca geht von dem 20. Aortensegment, die Arteria mesenterica superior von der Grenze zwischen den 20. und 21. Aortensegmenten ab. (Fig. 24.) Die Arteria mesenterica inferior kommt von dem 23. Aortensegment. Von dem 24. Aortensegment geht noch ein vierter Ventralzweig heraus. Derselbe ist aber sehr klein und erreicht den Darm nicht.

Von dem 21. Segment gehen eine kleinere Arteria suprarenalis und eine grössere Arteria renalis heraus. Von dem 22. Segment kommen noch zwei Lateralzweige, welche zu dem Urnierenrest und zur Geschlechtsdrüse gehen.

Von dem 25. Aortensegment geht die Arteria sacralis media von der Dorsalseite der Aorta dorsalwärts heraus, um bald caudalwärts umzubiegen.

Eine kurze Strecke caudalwärts von der Ausgangsstelle der Arteria sacralis media teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXVI (Sch-St-Länge: 33 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Von der Bauchaorta wurde in 85 facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca geht von der Mitte des 20., die Arteria mesenterica superior von der oberen Partie des 21. Aortensegmentes und die Arteria mesenterica inferior von dem 23. Aortensegment heraus (Fig. 25). — Die Arteria suprarenalis zweigt sich von der mittleren Partie, die Arteria renalis von der caudalen Partie des 21. Aortensegmentes ab. Die Arteria spermatica interna kommt von der Mitte des 22. Aortensegmentes.

Die Arteria sacralis media geht als unpaarer Dorsalzweig von dem 24. Aortensegment heraus. Etwa ein Drittel von einer Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

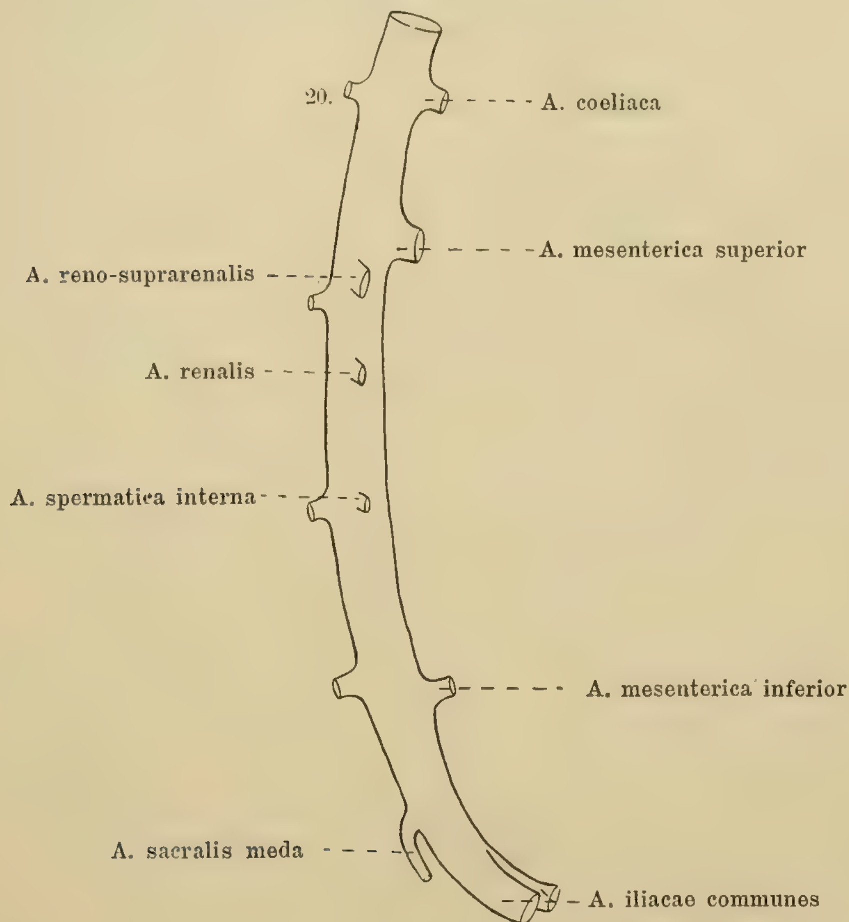


Fig. 25.
Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 33 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrösserung 40fach.

Embryo XXVII (Sch.-St.-Länge: 36,8 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta in 85facher Vergrösserung.

Die Arteria coeliaca geht von der caudalen Partie des 20., die Arteria mesenterica superior von der cranialen

Partie des 21. Aortensegmentes heraus (Fig. 26). Die Arteria mesenterica inferior kommt von der caudalen Partie des 23. Aortensegmentes.

Von dem 21. Segment kommen (rechterseits) eine Arteria suprarenalis und eine Arteria renalis. Die letztgenannte

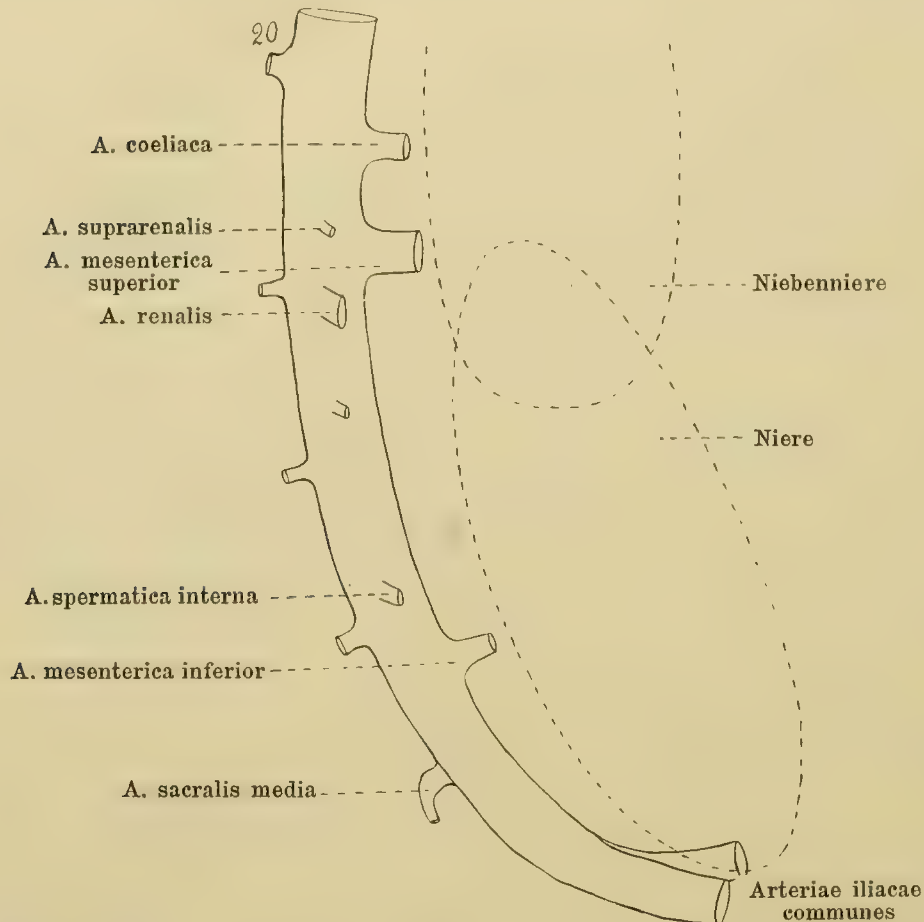


Fig. 26.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 36,8 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrösserung 40 fach.

gibt auch einen Zweig für die Nebenniere ab. Von den 22. und 23. Aortensegmenten kommen (rechterseits) je eine Arteria spermatica interna.

Etwa eine halbe Segmentlänge caudalwärts von dem 24. Dorsalzweigpaar geht die Arteria sacralis media als unpaarer Dorsalzweig von der Aorta ab; und noch eine halbe

Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXVIII (Sch.-St.-Länge: 52 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 18 μ.

Sagittal-Rekonstruktion der Bauchaorta in 56facher Vergrösserung.

Die Arteria coeliaca wird von 2 Arterienstämmen repräsentiert, welche sich in kurzer Entfernung voneinander von der cranialen Partie des 19. Aortensegmentes abzweigen (Fig. 27). Der craniale, kleinere Stamm stellt die Arteria gastrica sin. dar; der caudale, dickere Stamm gibt die Arteria lienalis und die Arteria hepatica ab. — Die Arteria mesenterica superior kommt vom 20. und die Arteria mesenterica inferior vom 23. Aortensegment. Von der cranialen Partie des 24. Aortensegmentes kommt ausserdem ein sehr kleiner Ventralzweig, welcher wahrscheinlich in das Zuckerkandlsche Organ endigt.

Von den 19.—22. Segmenten gehen rechterseits nicht weniger als 6 Lateralzweige von der Aorta ab. Der oberste von diesen, welcher von der caudalen Partie des 19. Segmentes ausgeht, ist klein und geht zu der Gegend des Zwerchfelles. Er ist wohl als die Arteria phrenica inf. anzusprechen. Die zwei nächstfolgenden Lateralzweige sind gross und kommen beide von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes; der obere von diesen stellt die Arteria suprarenalis, der untere die Arteria renalis dar. Hervorzuheben ist, dass diese beiden Gefässe recht stark descendent verlaufen, ehe sie in die betreffenden Organe einmünden. — Die zwei nächstfolgenden Lateralzweige gehen beide von dem 21. Aortensegment heraus; sie sind beide klein und nicht weit zu verfolgen. — Der letzte Lateralzweig, welcher von dem 22. Aortensegment ausgeht, ist

grösser und stellt die Arteria spermatica interna dar. Das 23. Dorsalzweigpaar wird von einem einfachen Stamm repräsen-

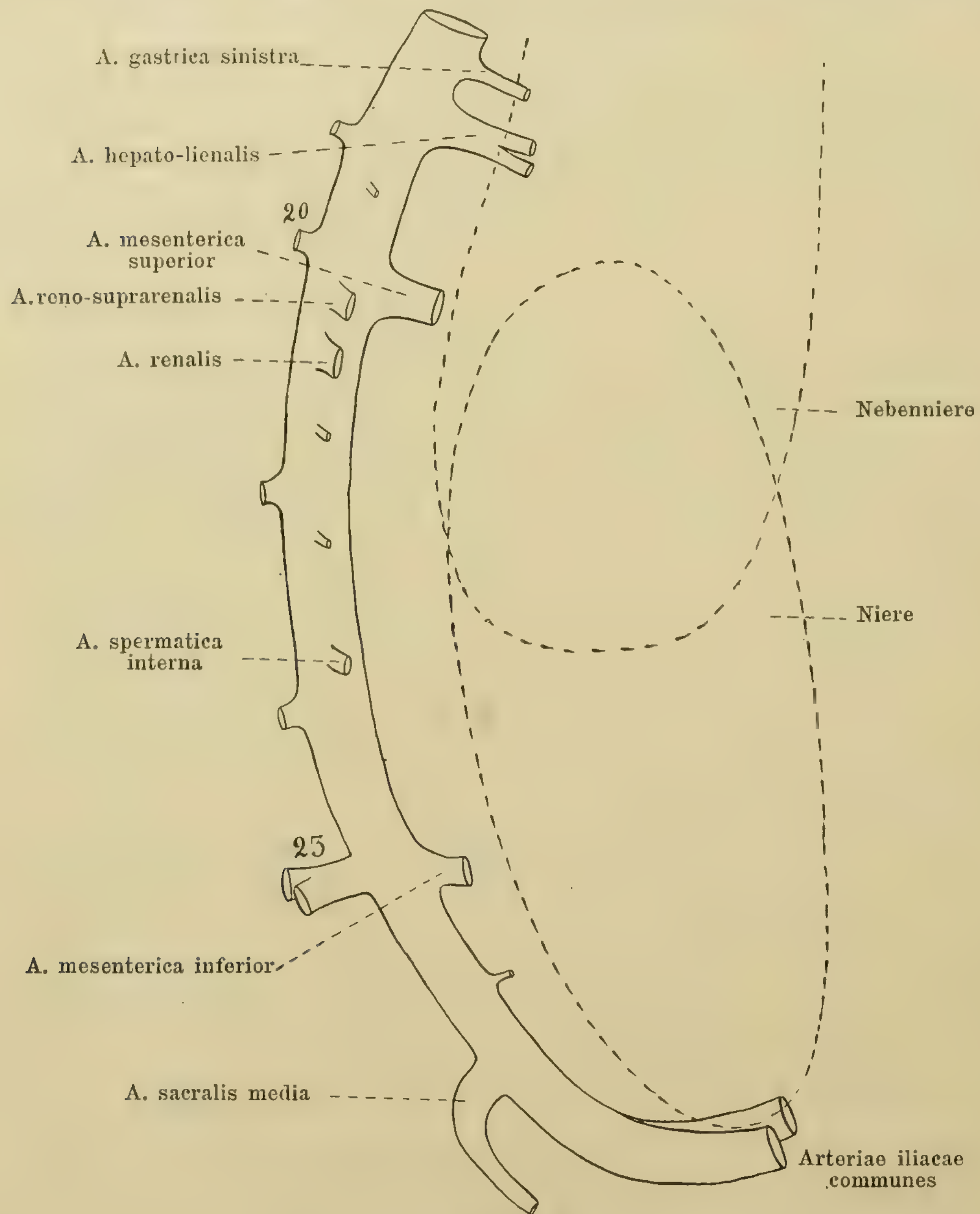


Fig. 27.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 52 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrösserung 30 fach. Das 23. Dorsalzweigpaar ist zu einem kurzen, unpaaren Stamm verschmolzen.

tiert. Die Arteria sacralis media geht als einfacher Dorsalzweig vom 24. Aortensegment heraus und zwar ein Stückchen

cranialwärts von der Ausgangsstelle der Arteriae iliacae communes.

Embryo XXIX (Sch.-St.-Länge: 65 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 18 μ.

Sagittalrekonstruktion der Aorta abdominalis in 56 facher Vergrösserung.

Die Arteria coeliaca geht an der Grenze zwischen dem 19. und dem 20. Segment von der Aorta aus (Fig. 28). Die Arteria mesenterica superior kommt vom 20. und die Arteria mesenterica inferior vom 23. Aortensegment.

Von dem 20. Aortensegment geht mit zwei Wurzeln ein dickes Gefäss heraus, welches nach descendentem Verlauf Zweige sowohl zur Nebenniere wie zur Niere abgibt. Caudalwärts hiervon gehen noch 4 Lateralzweige von der Aorta heraus. Drei von diesen sind klein und nicht weit zu verfolgen. Der eine aber, welcher von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes herausgeht, stellt die Arteria spermatica interna dar.

Die Dorsalzweigpaare des 21., des 22. und des 23. Aortensegmentes sind zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen. Die Arteria sacralis media geht als unpaarer Dorsalzweig von dem 24. Aortensegment heraus. Etwa eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXX (Sch.-St.-Länge: 70 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ.

Von der Bauchaorta wurde eine Sagittalrekonstruktion in 85 facher Vergrösserung gemacht.

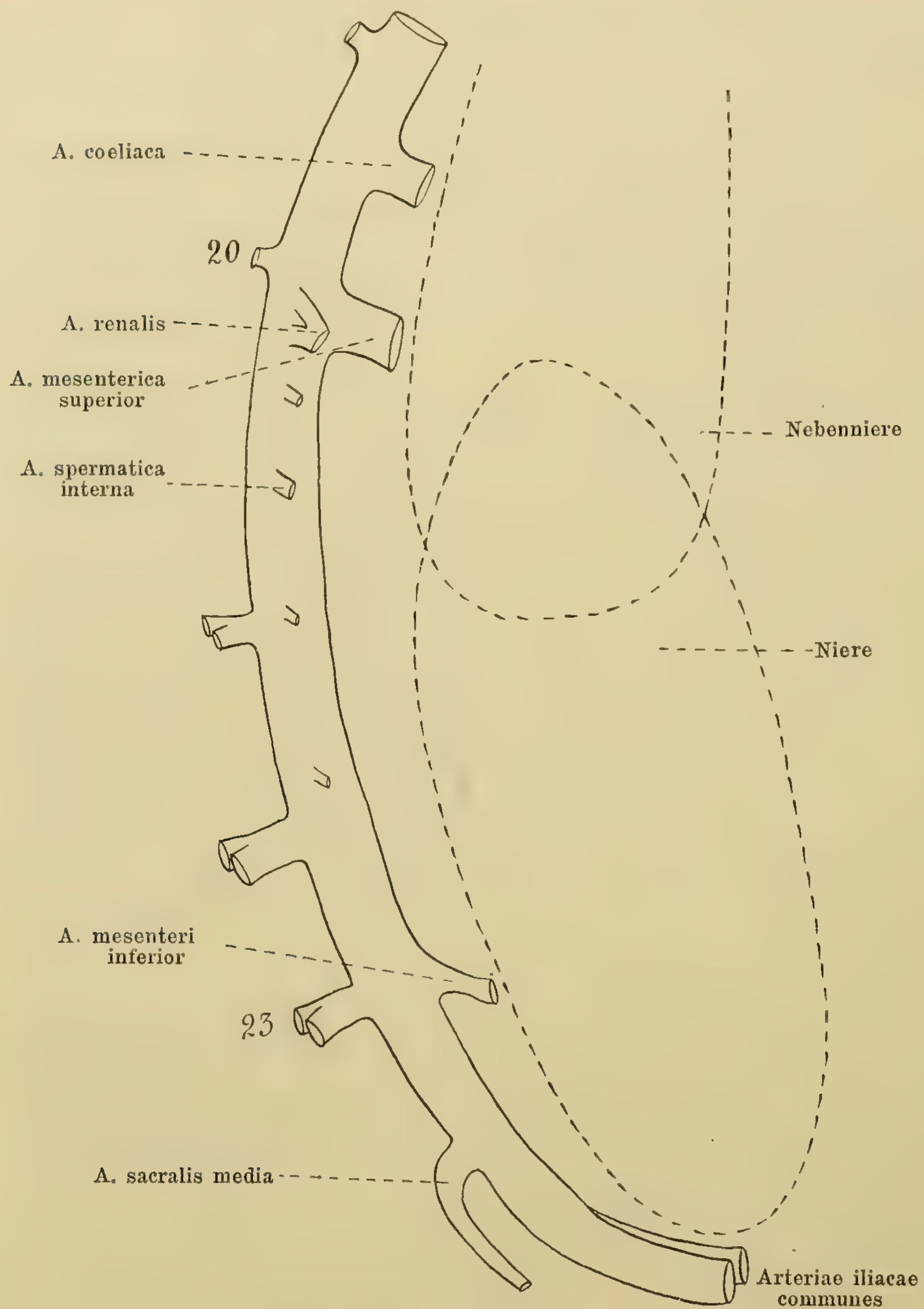


Fig. 28.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 65 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrösserung 30 fach. Die Dorsalzweigpaare des 21., des 22. und des 23. Aortensegmentes sind zu je einem kurzen unpaaren Stamm verschmolzen.

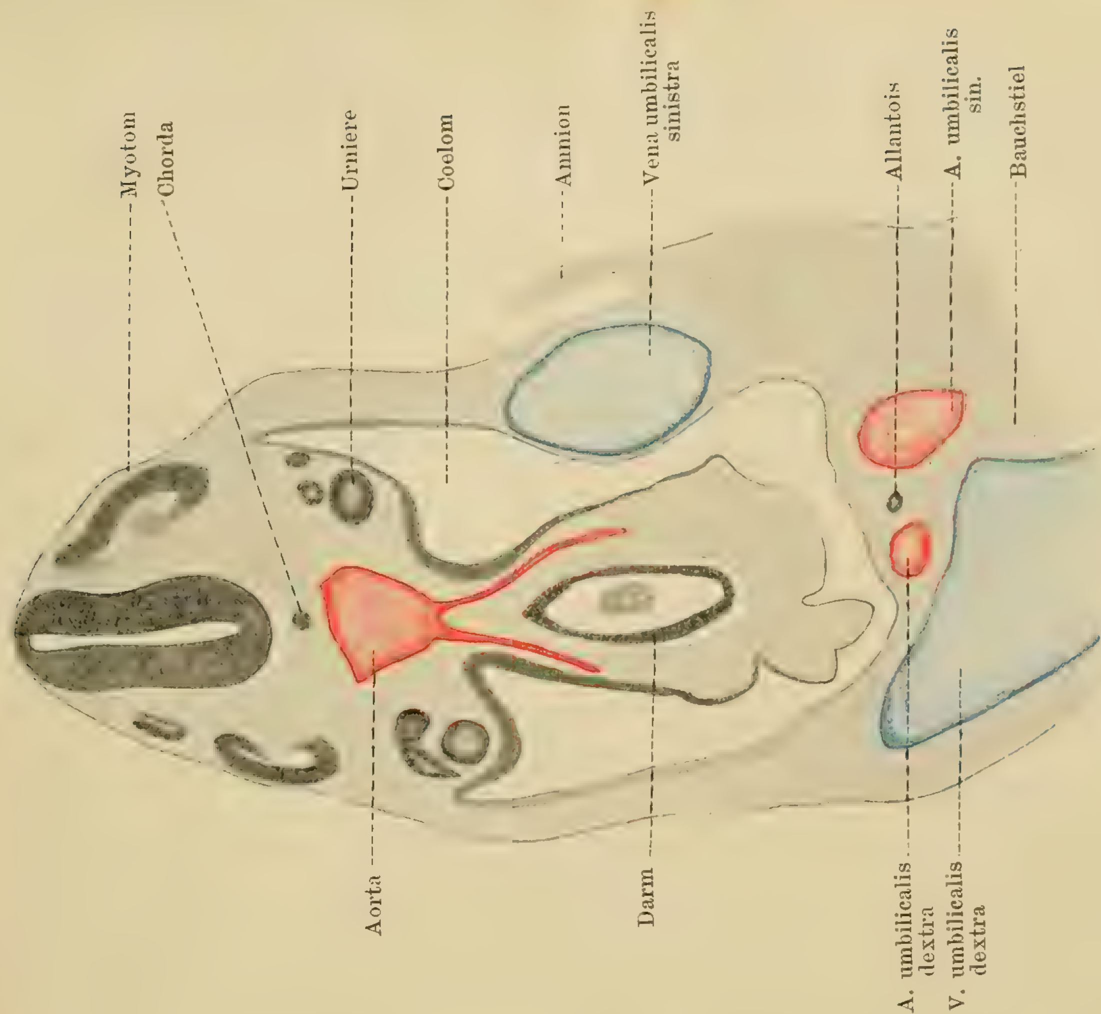


Fig. 5.

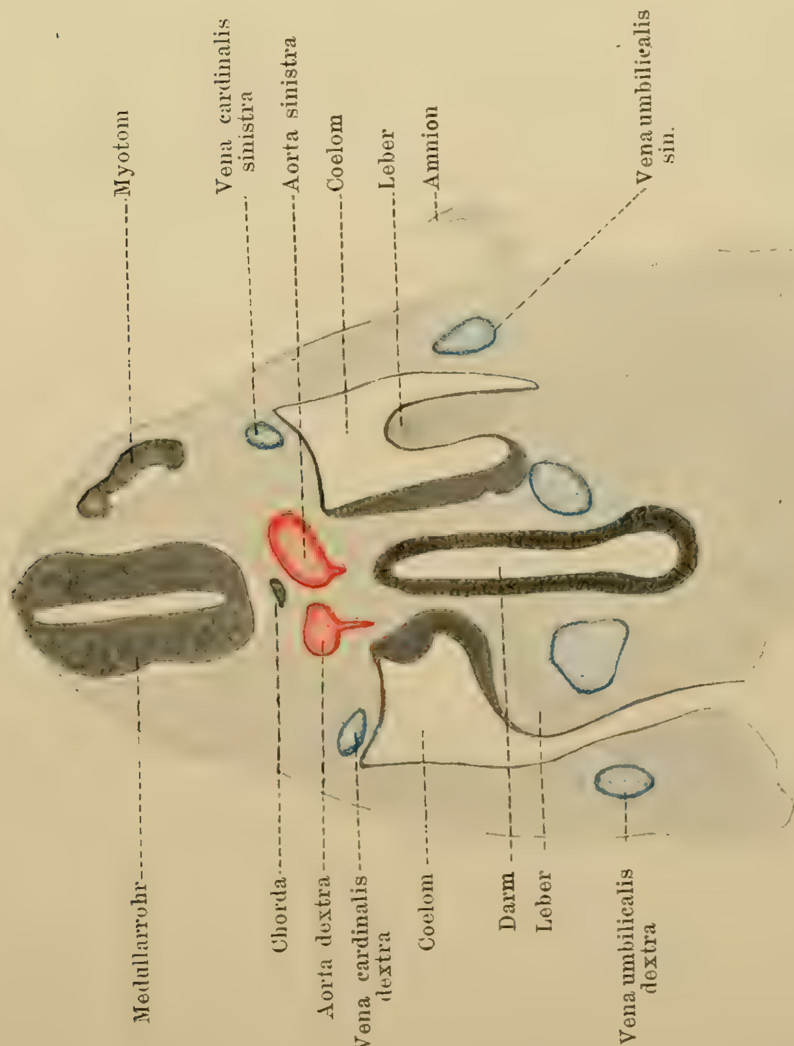


Fig. 4.

Broman gez.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

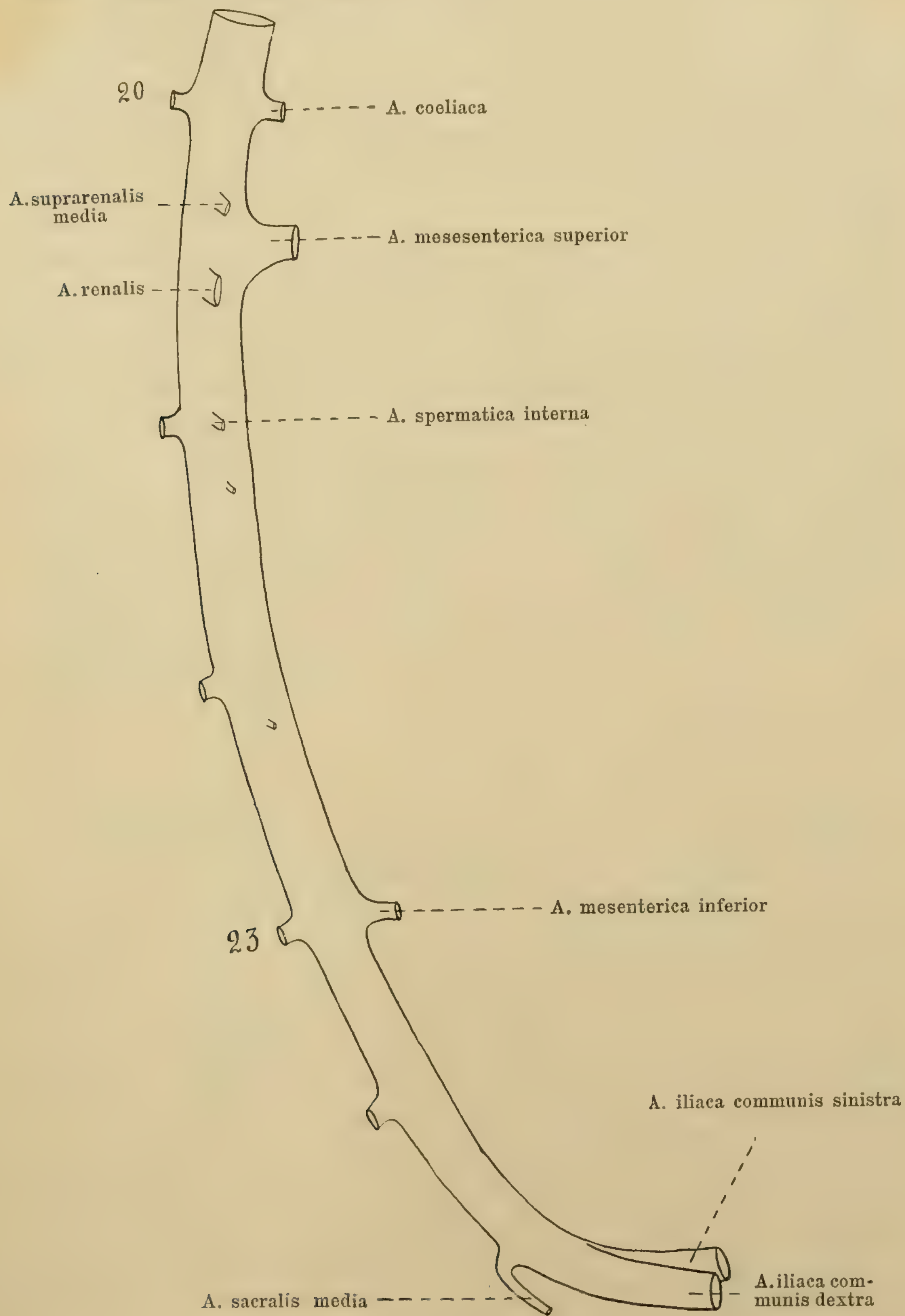


Fig. 29.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 70 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrösserung 30 fach.

Die Arteria coeliaca geht vom 20. Aortensegment, die Arteria mesenterica inferior vom 23. Aortensegment heraus (Fig. 29). Die Arteria mesenterica superior kommt von der Grenzpartie zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment.

Eine Arteria suprarenalis geht von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes heraus. Die Arteria renalis kommt von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes. Sie verläuft bei diesem Embryo nur sehr wenig descendent. — Die Arteria spermatica interna kommt vom 21. Aortensegment. Caudalwärts von dieser gehen noch zwei Lateralzweige von der Aorta (von den 21. und 22. Segmenten) ab. Dieselben sind aber sehr klein und nur eine kurze Strecke zu verfolgen.

Vom 25. Aortensegment geht die Arteria sacralis media als unpaarer Dorsalzweig von der Aorta ab. Ein Stückchen caudalwärts hiervon teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXI (Sch.-St.-Länge: 11 cm. Totallänge: 17 cm)

Nicht injiziert. Nach Präparation mit Nadeln unter dem Zeiss'schen Präparationsmicroscope untersucht.

Die Arteria coeliaca geht von der Grenze zwischen dem 19. und dem 20. Aortensegment, die Arteria mesenterica superior von der Mitte des 20. Aortensegmentes und die Arteria mesenterica inferior von der Grenze zwischen dem 23. und dem 24. Aortensegment heraus.

Die Arteriae renales kommen von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes und verlaufen noch stark descendent.

Die Arteria sacralis media zweigt sich etwa $^2/_3$ Segmentlänge caudalwärts von dem fast verschmolzenen 24. Dorsalzweigpaar von der Dorsalseite der Aorta ab. Noch $^1/_3$ Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXII (Sch.-St.-Länge: 16 cm. Totallänge: 23 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht von der Mitte des 20., die Arteria mesenterica inferior von der Mitte des 23. Aortensegmentes heraus. Die Arteria mesenterica superior kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment.

Die Arteriae renales gehen beide, die linke etwas höher als die rechte, vom 21. Aortensegment heraus. Sie haben bei diesem Embryo einen fast transversalen Verlauf.

Die segmentalen Dorsalzweige des 24. Aortensegmentes und die Arteria sacralis media gehen mit einem gemeinsamen Gefässstamm von der Dorsalseite der Aorta heraus. Etwa $^1/_4$ Segmentlänge caudalwärts von der Ursprungsstelle dieses Gefässstammes teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXIII (Sch.-St.-Länge: 17 cm. Totallänge: 24 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment, die Arteria mesenterica inferior von der Grenze zwischen dem 23. und 24. Aortensegment heraus. Die Arteria mesenterica superior zweigt sich von der Mitte des 21. Aortensegmentes ab.

In derselben Höhe geht jederseits eine Arteria suprarenalis von der Aorta heraus. Die Arteriae renales kommen beide von der caudalen Partie desselben Segmentes. Sowohl diese Arterien wie die Arteriae suprarenales sind bei diesem Embryo noch descendent und zwar etwa in demselben Masse.

Erst eine halbe Segmentlänge caudalwärts vom 25. Aortensegment zweigen sich die Arteriae iliacae communes von der Aorta ab. — Die Arteria sacralis media bildet zu-

sammen mit dem 25. Dorsalzweigpaar einen kurzen gemeinsamen Stamm.

Embryo XXXIV (Totallänge: 24 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior verhalten sich wie beim Embryo XXXIII, nur mit der Ausnahme, dass die Arteria coeliaca etwas tiefer sitzt, so dass ihre Ausgangsstelle derjenigen der A. mes. sup. fast unmittelbar anliegt. Die Arteria mesenterica inferior geht von der Mitte des 23. Aortensegmentes heraus.

Die Arteriae renales gehen beide in derselben Höhe wie die Art. mes. sup. von der Aorta heraus. Die Arteriae suprarenales kommen nicht direkt aus der Aorta, sondern zweigen sich von den Renalarterien ab.

Davon abgesehen, dass die beiden Dorsalzweige sowohl des 20. wie des 21. Zweigpaares in sehr ungleicher Höhe (diejenigen der linken Seite liegen am höchsten) von der Aorta ausgehen, verhalten sich die segmentalen Dorsalzweige und die Arteria sacralis media in derselben Weise wie bei Embryo XXXIII.

Embryo XXXV (Totallänge: 27 cm).

Injiziert.

Die Arteria coeliaca geht von der caudalen Partie des 19. Aortensegmentes heraus. Die Arteria mesenterica superior wird von 2 Gefässstämmen repräsentiert: der eine geht von der cranialen Partie, der andere von der Mitte des 20. Aortensegmentes ab. Die Arteria mesenterica inferior kommt von der Mitte des 23. Aortensegmentes.

Die Arteriae suprarenales kommen vom 20., die Arteriae renales vom 21. Aortensegment. An der linken Seite existiert eine kleine Arteria renalis accessoria, welche unmittelbar cranialwärts von der normalen Renalarterie

von der Aorta ausgeht. — Sie verlaufen alle fast transversal. — Die rechte Arteria spermatica interna geht von der Mitte des 21., die linke von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes heraus.

Die Dorsalzweige des 23. Aortensegmentes sind miteinander ein Stückchen verwachsen. — Die Arteria sacralis media geht von der caudalen Partie desselben Aortensegmentes ab. Etwa eine Segmentlänge caudalwärts vom 23. Dorsalzweigpaar teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXVI (Totallänge: 27 cm).

Nicht injiziert. — (Dieser Embryo und Embryo XXXV sind Zwillinge).

Die Arteria coeliaca geht von der caudalen Partie des 20., die Arteria mesenterica superior von der Mitte des 21., und die Arteria mesenterica inferior von der cranialen Partie des 23. Aortensegmentes heraus.

Die linke Arteria suprarenalis kommt von der Mitte des 21. Aortensegmentes, die rechte von der etwa in derselben Höhe ausgehenden Arteria renalis dextra. Die Arteria renalis sinistra geht von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes heraus.

Die Arteria sacralis media geht etwa an der caudalen Grenze des 24. Segmentes von der Aorta aus. Etwa eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts zweigen sich die beiden Arteriae iliacae communes vor der Aorta ab.

Embryo XXXVII (Totallänge: 30 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Segment von der Aorta heraus. Die Arteria mesenterica superior kommt von der caudalen Partie des

21. und die Arteria mesenterica inferior von der cranialen Partie des 24. Aortensegmentes.

Die Arteria suprarenalis und die Arteria renalis kommen jederseits mit einem kurzen gemeinsamen Stamm von der caudalen Partie des 21. Segmentes. Die Arteriae spermaticae int. kommen beide von der Mitte des 22. Aortensegmentes. — Die Arteriae phrenicae inferiores gehen von der Arteria coeliaca heraus.

Die Dorsalzweige des 22., des 23. und des 24. Aortensegmentes sind zu je einem unpaaren Gefässstamm verschmolzen. — An der Grenze zwischen dem 24. und dem 25. Aortensegment geht die Arteria sacralis media von der Aorta heraus; und noch eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXVIII (Totallänge: 33 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht vom 20., die Arteria mesenterica inferior vom 23. Aortensegment heraus. Die Arteria mesenterica superior zweigt sich an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Segment von der Aorta ab.

Die Arteriae spermaticae int. gehen beide von der Mitte des 22. Aortensegmentes heraus.

Rechterseits gehen von den 20. und 21. Aortensegmenten nicht weniger als 5 Lateralzweige ab, von welchen die zwei oberen zu der Nebenniere, die 3 unteren zu der Niere gehen. An der linken Seite existiert nur eine Arteria suprarenalis; dieselbe geht an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment heraus. Dagegen finden sich zwei Arteriae renales, welche von dem 21. bezw. von der Grenze zwischen den 21. und 22. Aortensegmenten ausgehen. — Die Arteria sacralis media geht gemeinsam mit dem verschmolzenen 24. Dorsalzweigpaar von der Aorta heraus. Etwa eine halbe Segment-

länge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXIX (Totallänge: 41 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht von der Mitte des 20. Aortensegmentes heraus. Die Arteria mesenterica superior kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21., die Arteria mesenterica inferior von der Grenze zwischen dem 22. und dem 23. Aortensegment. Von dem 24. Aortensegment kommt noch ein kleiner Ventralzweig, welcher wahrscheinlich den Darm nicht erreicht.

Die Arteriae spermaticae internae kommen beide vom 21. Aortensegment. Von demselben gehen auch die Arterien der rechten Niere und Nebenniere heraus und zwar mit einem gemeinsamen kurzen Stamm. Die Arteria renalis sinistra kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment, die Arteria suprarenalis sin. von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes.

Das 24. Dorsalzweigpaar ist zu einem unpaaren Gefässstamm verschmolzen. Etwa eine halbe Segmentlänge caudalwärts von diesem geht die Arteria sacralis media, und etwa eine ganze Segmentlänge von demselben Punkt die Arteriae iliacae communes von der Aorta ab.

Embryo XL (Totallänge: 50 cm).

Injiziert.

Die Arteria coeliaca kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment. Die Arteria mesenterica superior und die Arteria mesenterica inferior gehen von der Mitte des 21. bezw. des 23. Aortensegmentes heraus. An der Grenze zwischen dem 23. und dem 24. Aortensegment geht noch ein kleiner Ventralzweig heraus.

Die Arteriae spermaticae kommen beide von der oberen Partie des 22. Aortensegmentes. Die Arteriae renales gehen beide von der Mitte des 21. Aortensegmentes heraus. Die rechte Arteria suprarenalis zweigt sich von der betreffenden Renalarterie, die linke dagegen direkt von der Aorta ab, und zwar in derselben Höhe wie die Arteria coeliaca. Unmittelbar caudalwärts von der soeben erwähnten Hauptarterie der linken Nebenniere geht eine sehr kleine Arteria suprarenalis accessoria ebenfalls direkt von der Aorta heraus.

Die Dorsalzweige des 24. Aortensegmentes und die Arteria sacralis media gehen mit einem gemeinsamen Stamm von der Aorta heraus. Eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XLI (Totallänge: 53 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca kommt von der Mitte des 20., die Arteria mesenterica superior von der cranialen Partie des 21., und die Arteria mesenterica inferior von der caudalen Partie des 23. Aortensegmentes.

Die rechte Arteria spermatica interna geht von der caudalen Partie des 21., die linke von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes heraus. Die Arteriae renales gehen beide von der Mitte des 21. Aortensegmentes heraus. Die rechte Arteria suprarenalis zweigt sich von der Renalarterie derselben Seite ab, die linke geht dagegen selbständig von der Aorta heraus und zwar in derselben Höhe wie die Arteria mesenterica superior.

Die Dorsalzweige des 22. und des 24. Aortensegmentes sind zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen. Ein Viertel Segmentlänge caudalwärts von dem 24. Dorsalzweig verlässt die Arteria sacralis media die Aorta; und etwa eine halbe

Segmentlänge caudalwärts von demselben Punkt gehen die Arteriae iliacae communes von der Aorta ab.

Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei 13 Erwachsenen.

Die Arteriae iliacae communes gingen in den meisten Fällen von dem 25. Aortensegment heraus. In sechs Fällen (Präparate No. 1, 3, 4, 5, 9 und 10) kamen sie von der caudalen, in zwei Fällen (Präparate No. 8 und 11) von der mittleren und in zwei Fällen (Präparate No. 2 und 12) von der cranialen Partie dieses Segmentes. — In zwei Fällen (Präparate No. 6 und 7) zweigten sie sich an der Grenze zwischen dem 25. und 26. Segment von der Aorta ab; und in einem Falle (Präparat No. 13) kamen sie von der Mitte des 24. Aortensegmentes.

Die Arteria sacralis media ging in keinem Falle von der Bifurcationsstelle, sondern immer von der Dorsalseite der Aorta heraus. In vier Fällen (Präparate No. 1, 3, 5 und 10) zweigte sie sich 4 mm, in drei Fällen (Präparate No. 4, 9 und 12) 5 mm, in einem Falle (Präparat No. 2) 6 mm, in drei Fällen (Präparate No. 7, 13 und 8) 7 mm, in einem Falle (No. 11) 9 mm und in einem Falle (No. 6) 10 mm cranialwärts von der Bifurcationsstelle der Aorta ab.

In sieben Fällen (No. 1, 4, 5, 6, 7, 9 und 10) ging sie von der Mitte des 25. Aortensegmentes (gemeinsam mit dem verschmolzenen 5. Lumbalarterienpaar) und in zwei Fällen (Nr. 3 und 13) von der Mitte des 24. Aortensegmentes (gemeinsam mit dem 4. Lumbalarterienpaar) heraus. — In drei Fällen (Nr. 2, 8 und 12) kam sie aus der caudalen Partie des 24. Aortensegments und in einem Falle (Nr. 11) aus der Grenze zwischen dem 24. und 25. Aortensegment.

Ventralzweige der Bauchaorta.

Die Ausgangsstelle der Arteria coeliaca wechselte bei den von mir untersuchten Individuen etwa anderthalb Segmenthöhen. Nur in einem Falle (Nr. 1) zweigte sich diese Arterie schon an der Grenze zwischen dem 19. und 20. Segment von der Aorta ab. Dreimal (Nr. 5, 8 und 12) kam sie von der Mitte, zweimal (Nr. 6 und 13) von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes. In zwei Fällen (Nr. 3 und 11) nahm sie an der Grenze zwischen dem 20. und 21. Aortensegment Ursprung. In zwei Fällen (Nr. 4 und 9) ging sie von der Mitte und in anderen zwei Fällen (Nr. 7 und 10) von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes heraus.

In zwei Fällen (Nr. 1 und 5) wurde die Arteria coeliaca durch zwei Arterien repräsentiert, welche beide in der Nähe voneinander direkt von der Aorta kamen. In dem einen Falle (Nr. 1) ging nämlich die Arteria gastrica sinistra (etwas nach rechts und cranialwärts von der eigentlichen Arteria coeliaca) und in dem anderen Falle die Arteria hepatica (etwas nach links und caudalwärts von der eigentlichen Arteria coeliaca) direkt von der Aorta heraus.

Etwas mehr als anderthalb Segmenthöhen wechselte die Ursprungsstelle der Arteria mesenterica superior. In einem Falle (Nr. 2) ging sie von der Mitte, in einem anderen Falle (Nr. 12) von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes heraus. Dreimal (Nr. 1, 5 und 8) zweigte sie sich an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Segment von der Aorta ab. Meistens kam sie aber von dem 21. Aortensegment und zwar in 4 Fällen (Nr. 3, 6, 7 und 10) von der Mitte, in drei Fällen (Nr. 4, 11 und 13) von der caudalen Partie desselben. In einem Falle (Nr. 9) fand sich ihre Ursprungsstelle an der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes.

Die Ausgangsstelle der Arteria mesenterica inferior variierte ebenfalls etwas mehr als anderthalb Segmenthöhen. Zweimal (Nr. 8 und 12) ging sie von der Mitte des 22. Aortensegmentes, einmal (Nr. 2) von der Grenze zwischen dem 22. und dem 23. Aortensegment heraus. Meistens kam sie aber von dem 23. Aortensegment und zwar in 4 Fällen (No. 1, 4, 5 und 6) von der Mitte, in 2 Fällen (Nr. 3 und 13) von der cranialen und in einem Falle (Nr. 10) von der caudalen Partie desselben. Zweimal (Nr. 7 und 9) zweigte sie sich an der Grenze zwischen dem 23. und dem 24. Segment und einmal (Nr. 11) von der cranialen Partie des 24. Segmentes von der Aorta ab.

Median ausgehende, kleinere Ventralzweige wurden nur dreimal (Nr. 11, 12 und 13) beobachtet. Sie gingen alle (etwa ein Zentimeter[1]) caudalwärts von der Ausgangsstelle der A. mesenterica inferior von der Aorta heraus. In zwei von diesen Fällen (Nr. 12 und 13) kam der betreffende Ventralzweig von dem 23., in dem einen Falle von dem 24. Aortensegment; und zwar entweder etwas nach oben oder etwas nach unten von der Mitte des betreffenden Segmentes. — Diese Ventralzweige endigten alle in dem prävertebralen Bindegewebe.

Lateralzweige der Bauchaorta.

Eine direkt aus der Aorta entspringende Nebennierenarterie (A. suprenalis media) fehlte rechterseits vollständig in 5 Fällen (Nr. 1, 3, 4, 10 und 12). In allen diesen Fällen war sie durch einen starken Zweig der rechten Nierenarterie, eine Arteria suprarenalis inferior ersetzt.

Auch an der linken Seite fehlte die Arteria suprarenalis media fünfmal. Hier war sie aber nur in 3 Fällen (Nr. 3, 6 und 10) von einem Nierenarterienzweig ersetzt. In

[1]) Etwa einer halben Segmentlänge entsprechend.

zwei Fällen (Nr. 4 und 9) wurde sie hier durch eine aus der Arteria coeliaca kommende Arteria suprarenalis sinistra ersetzt.

Wenn vorhanden, ging die rechte Arteria suprarenalis media gewöhnlich von dem 21. Aortensegment heraus und zwar entweder von der Mitte (Nr. 5, 6, 10 und 11), von der cranialen (Nr. 11 und 13) oder von der caudalen (Nr. 9) Partie desselben. Zweimal (Nr. 2 und 8) kam sie aus der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes und einmal (Nr. 7) von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment. Viermal (Nr. 5, 6, 7 und 11) ging sie doppelt aus der Aorta heraus.

Die linke Arteria suprarenalis media zweigt sich entweder von dem 20. oder von dem 21. Aortensegment herab. Gewöhnlich kam sie von der Mitte (Nr. 7 und 11) oder von der cranialen Partie (Nr. 8., 11 und 13) des 21. Aortensegmentes. In zwei Fällen (Nr. 1 und 2) zweigte sie sich von der caudalen Partie und in einem Falle (Nr. 5) von der Mitte des 20. Aortensegmentes ab.

Im allgemeinen einfach, ging sie in einem Falle (Nr. 11) dreifach von der Aorta heraus.

Die Nierenarterien kamen fast alle entweder aus dem 21. oder aus dem 22. Aortensegment. Nur in einem Falle (Nr. 9) kam eine Nierenarterie und zwar eine überzählige an der rechten Seite — aus dem 25. Aortensegment. Von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes zweigte sich die Arteria renalis viermal rechterseits (Nr. 2, 8, 12 und 13) und zweimal linkerseits (Nr. 2 und 12) ab. Von der Mitte desselben Segmentes kam sie rechterseits in zwei Fällen (Nr. 1 und 8), und linkerseits in 4 Fällen (Nr. 1, 8, 10 und 13); und von der caudalen Partie desselben Segmentes rechterseits in vier Fällen (Nr. 3, 4, 5 und 6), linkerseits in sechs Fällen (Nr. 3, 4, 5, 6, 11 und 13). An der Grenze zwischen dem 21. und dem

22. Aortensegment zweigte sich die Nierenarterie rechts einmal (Nr. 10) und links zweimal (No. 7 und 10) ab.

Von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes kam die rechte Nierenarterie zweimal (Nr. 7 und 11), die linke Nierenarterie einmal (Nr. 9); von der Mitte desselben Segmentes sowohl rechts (Nr. 9) wie links (Nr. 11) je einmal.

Zwei Nierenarterien auf einer Seite fanden sich an der rechten Seite in zwei Fällen (Nr. 8 und 9), an der linken Seite in vier Fällen (Nr. 10, 11, 12 und 13). Dreimal (Nr. 8, 12 und 13) gingen die beiden Nierenarterien derselben Seite von einem und demselben (dem 21.) Aortensegment heraus. Im Falle Nr. 10 kam die eine Nierenarterie von der Mitte des 21. Aortensegmentes, die andere derselben Seite von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment. Im Falle Nr. 11 kam die eine vom 21., die andere vom 22. Aortensegment; und im Falle Nr. 9: die eine vom 22., die andere vom 25 Aortensegment.

Die Ausgangsstelle der Arteria spermatica interna wechselte an der rechten Seite von der Mitte des 21. bis zur caudalen Grenze des 22. Aortensegmentes; an der linken Seite von der Mitte des 21. bis zur caudalen Partie des 23. Aortensegmentes.

Die rechte Arteria spermatica interna ging dreimal (Nr. 1, 3 und 8) von der Mitte und zweimal (Nr. 5 und 12) von der kaudalen Partie des 21. Aortensegmentes heraus. Zweimal (Nr. 6 und 11) kam sie von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment, einmal (Nr. 13) von der Mitte und einmal (Nr. 9) von der caudalen Partie des 22. Aortensegmentes. In einem Falle (Nr. 10) zweigte sie sich an der Grenze zwischen dem 22. und dem 23. Segment von der Aorta ab. — In drei Fällen kam sie nicht direkt aus der Aorta, sondern entweder aus der rechten Nierenarterie (Nr. 2 und 4) oder aus der rechten Arteria suprarenalis media (Nr. 7).

Die linke Arteria spermatica interna zweigte sich im Falle Nr. 8 von der Mitte und im Falle Nr 2 von der caudalen Partie des 21. Aortensegmentes ab. Zweimal (Nr. 1 und 12) kam sie von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment. Am gewöhnlichsten (in 5 Fällen, nämlich Nr. 4, 5, 7, 10 und 13) ging sie von der Mitte des 22. Aortensegmentes heraus. In je einem Falle kam sie von der caudalen Partie des 22. Aortensegmentes (Nr. 6) von der Mitte (Nr. 10) und von der caudalen Partie (Nr. 9) des 23. Aortensegmentes. — In drei Fällen kam sie nicht direkt aus der Aorta, sondern zweigte sich entweder von der normalen Arteria renalis sinistra (Nr. 3) oder von einer Arteria renalis accessoria sinistra (Nr. 11 und 12) ab.

Kleinere Lateralzweige (zum Bindegewebe) waren nur bei vier Leichen (Nr. 1, 7, 10 und 13) zu sehen. Ihre Ausgangsstellen variierten zwischen der cranialen Partie des 21. und der caudalen Grenze des 24. Aortensegmentes. Die meisten kleinen Lateralzweige gingen ventro-lateral und zwar von der linken Seite der Aorta aus. Nur in einem Falle (Nr. 13) gingen zwei solche Zweige rein lateral von der Aorta ab: sie bildeten hier ein Zweigpaar, indem der eine von der rechten, der andere von der linken Seite des 23. Aortensegmentes (jedoch nicht in ganz derselben Höhe) abging.

In einem Falle (Nr. 1) waren nicht weniger als 5 solche ventro-laterale Aortenzweigchen an der linken Seite vorhanden. Unter diesen kamen zwei von der cranialen und ein von der caudalen Partie des 21. Aortensegmentes; ein Zweigchen kam von der Mitte des 22. Aortensegmentes und noch eines von der Grenze zwischen dem 24. und dem 25. Aortensegment.

Das caudalste von der Aorta ausgehende Dorsalzweigpaar war im allgemeinen zu einem kurzen medianen Gefässstamm verschmolzen, zusammen mit welchem die Arteria

sacralis media oft gemeinsam ausging. Dieses Dorsalzweigpaar gehörte entweder dem 25. (Nr. 1, 8, 5, 6, 7, 9, u. 10) oder dem 24. (Nr. 2, 3, 8, 11, 12 u. 13) Aortensegment. Im Falle Nr. 13 war aber ausserdem das 23., in den Fällen Nr. 4 und Nr. 11, das 23. und das 22. Dorsalzweigpaar in ähnlicher Weise zu einem medianen Stamm verschmolzen. Im Falle Nr. 5 ging auch das 20. Dorsalzweigpaar von der Aorta einfach heraus.

Im Falle Nr. 4 war am 21. und im Falle Nr. 9 am 20. Aortensegment nur ein einfacher Dorsalzweig zu sehen. Dieser war aber offenbar nicht durch Verschmelzung eines Dorsalzweiges entstanden, sondern dadurch, dass der Dorsalzweig der einen Seite secundär zugrunde gegangen war. Denn sowohl der Ursprung wie die Distribution des persistierenden Dorsalzweiges war ausschliesslich entweder linksseitig (Nr. 9) oder rechtsseitig (Nr. 4). Der atrophierte Dorsalzweig wurde durch Kollateralzweige eines naheliegenden Dorsalzweiges derselben Seite ersetzt.

Die caudalen Segmente der Bauchaorta wurden oft etwas kürzer als die cranialen gefunden.

Häufig gingen die Dorsalzweige eines und desselben Paares in ungleicher Höhe von der Aorta ab. Der grösste Höhenunterschied betrug etwa ein Viertel einer Segmenthöhe.

Die grösste transversale Entfernung zwischen den beiden Zweigen eines Dorsalzweigpaares betrug 10 mm. Zwischen dieser Maximalentfernung und einer Annäherung bis zur Verschmelzung d. h. bis zu einer Entfernung von 0 mm gab es alle Übergänge. Besonders in dem Falle Nr. 13 waren alle Zwischenstadien der Annäherung und Verschmelzung der Dorsalzweige auf einmal schön zu sehen.

Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei den von mir untersuchten 41 menschlichen Embryonen.

I. Die caudalen Zweige, sogenannten Endzweige der Aorta.

Zu den caudalen Zweigen der menschlichen Aorta rechne ich die Arteriae iliacae communes und die Arteria sacralis media.

Die Arteriae iliacae communes oder — wie wir sie in frühzeitigen Entwickelungsstadien, wenn die Arterien der hinteren Extremitäten noch nur als unbedeutende Zweige derselben erscheinen, lieber benennen — die Arteriae umbilicales gehen in unserem ersten Stadium (Embryo von 3,4 mm Sch.-St.-Länge) mit je zwei Wurzeln von der Aorta ab. Von diesen Wurzeln geht jederseits der eine von dem 21., der andere von dem 22. Aortensegment heraus.

Es liegt nun nahe anzunehmen, dass diese beiden Wurzeln den von Hochstetter (1891) beim Kaninchen beschriebenen zwei Wurzeln der Arteria umbilicalis entsprechen müssten; dieses um so mehr, als Tandler (1903) bei einem menschlichen Embryo (von 5 mm Länge) eine mit dem Hochstetter schen Befund übereinstimmende Beobachtung gemacht hat. (Vgl. p. 420). Allein in unserem Falle gehen diese Wurzeln alle beide von der ventralen Aortaseite aus. Sie sind also beide ventrale oder „primäre“ Wurzeln und nicht den von Hochstetter und Tandler beschriebenen Wurzeln vollständig gleichzustellen, von welchen nur die eine ventral (die primäre Wurzel), die andere dagegen dorsal oder lateral (die secundäre Wurzel) war.

Die eine (und zwar die caudale) Wurzel jeder Arteria umbilicalis bei Embryo 3,4 mm betrachte ich als eine „Wanderungswurzel“, welche entweder im voraus als segmentaler Ventralzweig der Arteria sacralis media existierte, oder —

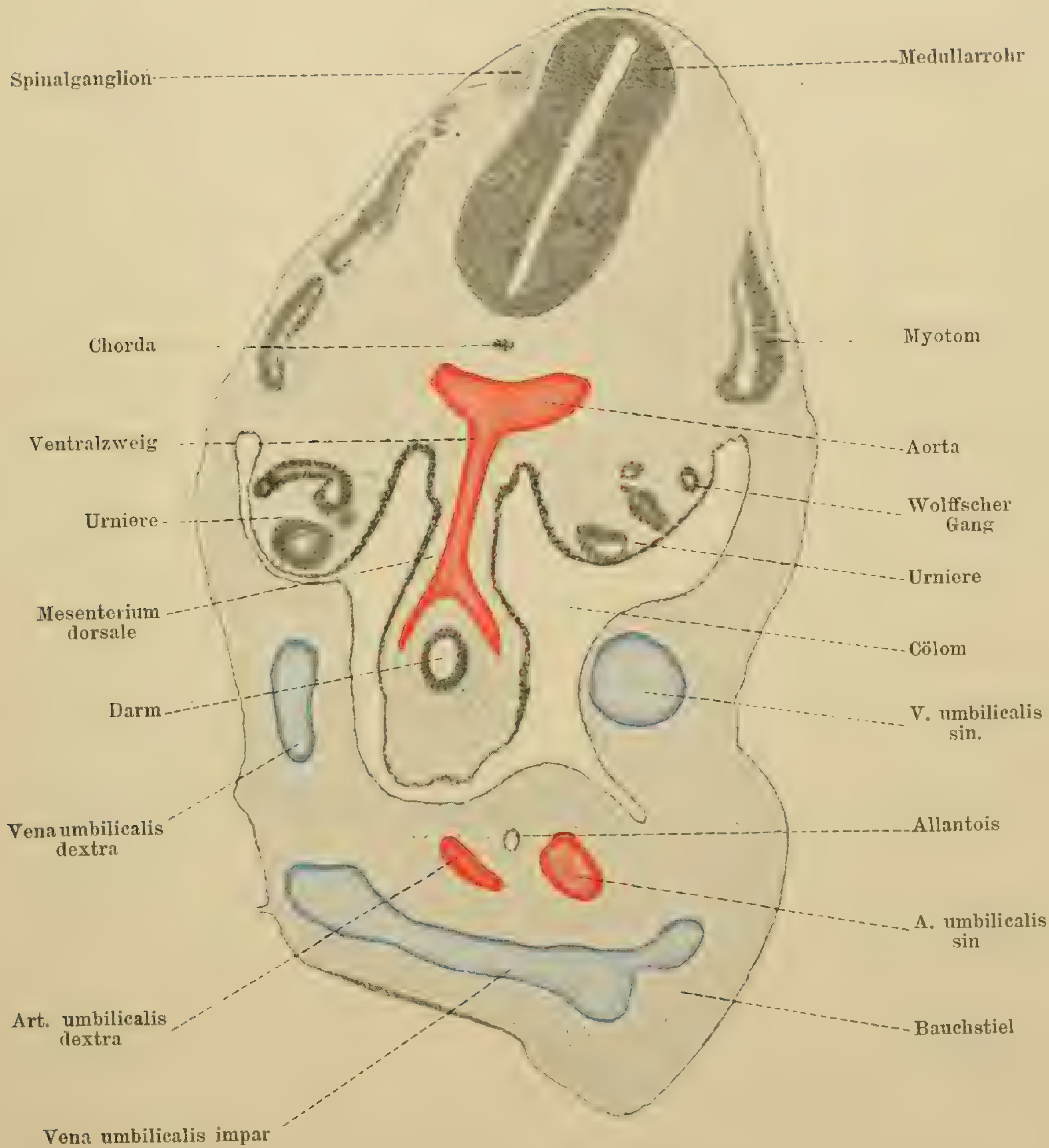


Fig. 6.

Broman gez.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

was ich lieber glauben möchte — um die Wanderung der Arteria umbilicalis zu ermöglichen ganz neugebildet wurde. In beiden Fällen wäre sie aber als Wurzel der Art. umbilicalis als secundär gebildet zu betrachten.

Dass die Arteriae umbilicales während der Embryonalentwickelung wirklich caudalwärts „wandern“, geht — glaube ich — aus den Tatsachen hervor, dass sie bei einem 3,4 mm langen Embryo von den 21. und 22. Aortensegmenten kommen, während sie bei Neugeborenen und Erwachsenen im allgemeinen von dem 25. (oder 24.) Aortensegment ausgehen.

Diese Caudalwärtswanderung der Arteriae umbilicales wird offenbar sehr frühzeitig zu Ende gebracht. Denn schon bei meinem 5 mm langen Embryo gehen sie (ebenfalls mit je zwei Wurzeln) von den 24. und 25. Aortensegmenten heraus. Im allgemeinen scheinen sie aber zu dieser Zeit schon am 24. Aortensegment Halt zu machen. Denn in dieser Höhe finde ich sie bei fast allen meinen Embryonen aus dem 2. Embryonalmonat.

Anfang des 3. Embryonalmonats scheint es, als „wanderten“ die Ursprungsstellen der Arteriae umbilicales noch ein Stückchen weiter caudalwärts. Denn bei den etwa 3 cm langen und den noch längeren Embryonen — kamen die Arteriae umbilicales (Arteriae iliacae communes) constant von dem 25. Aortensegment oder von der caudalen Partie des 24. Segmentes; also von derselben Höhe, wo wir sie im allgemeinen auch beim Erwachsenen auszugehen sehen.

Diese letzte „Wanderung“ der Ursprünge der Arteriae umbilicales ist — aller Wahrscheinlichkeit nach nur scheinbar. Wahrscheinlich verschmelzen nämlich zu dieser Zeit die Anfangspartien der Arteriae iliacae communes (= der Arteriae umbilicales) ein Stückchen hinab miteinander zu einem einfachen, medianen Gefässstamm, welcher — dank seiner Grösse als unabgrenzbare Fortsetzung der Aorta imponiert. Man bekommt

daher den Eindruck, als hätten sich die Ausgangsstellen der Arteriae iliacae communes caudalwärts verschoben.

Dass es sich hier nicht um eine wahre Caudalwärtswanderung der Ausgangsstellen dieser Arterien handelt, schliesse ich 1. daraus, dass nach meinem Untersuchungsmaterial zu urteilen — zu dieser Zeit keine „Wanderungswurzeln“[1]) auftreten; und 2. aus meinem Befund, dass die Arteria sacralis media gerade mit dieser Zeit ihren Ursprung aus der Bifurcationsstelle der Aorta aufgibt, um in den folgenden Stadien von der Dorsalseite der Aorta auszugehen.

Am einfachsten[2]) erklärt sich nämlich diese „Cranialwärtswanderung“ der Ursprungsstelle der Arteria sacralis media durch die Annahme, dass die Arteriae iliacae communes ein Stückchen hinab, und zwar gleich so viel, wie die Arteria sacralis media in umgekehrter Richtung „verschoben“ erscheint, miteinander zu einem aortenähnlichen Gefässstamm verschmelzen.

Die Ursache der erwähnten Verschmelzung ist — nehme ich an — in einer Lageveränderung der Arteriae iliacae zu suchen, wodurch die cranialsten Partien dieser Arterien gegeneinander gepresst werden und zuletzt miteinander verwachsen.

Wie Hauch (1901, 1903) hervorgehoben hat, gehen nämlich die Arteriae iliacae communes bei jüngeren Embryonen ventralwärts unter fast rechten Winkeln von der Aorta ab, während sie später (bei etwa 3 cm langen Embryonen) mehr caudalwärts gerichtet sind. Zu der letztgenannten Zeit hat der „Winkel zwischen den beiden Arterien — ungefähr die für Erwachsene normale Grösse, ca. 60°“ —. „Dies kommt“, sagt Hauch (1903), „daher, dass während des Wachstums eine Änderung des Verlaufes der Art. umbilicales in caudaler Rich-

1) Wie ich in einem speziellen Kapitel erörtern werde, kann eine sog. „aktive Wanderung“ hier wahrscheinlich nicht in Frage kommen.

2) Über andere Erklärungsmöglichkeiten vgl. unten!

tung stattfindet, teils weil die unteren Extremitäten sich entwickeln und ihre Blutzufuhr erheischen, namentlich aber, weil der Embryo sich ausstreckt".

Die Arteria sacralis media wird aus paarigen Gefässen gebildet, welche bei Embryo 3,4 mm als direkte caudale Fortsetzungen der Aorta imponieren (Fig. 3 Taf. 38). Da sie selbst mehrere segmentale Dorsalzweige aussenden, finde ich es nicht angemessen, sie einem Dorsalzweigpaar der Aorta gleichzustellen.

Während der 4. und 5. Embryonalwoche verschmelzen die beiden Anlagen zu einer einfachen Arteria sacralis media. Die Verschmelzung schreitet allmählich in caudaler Richtung fort. Unter Umständen kann sie von kleinen Verschmelzungslücken unterbrochen werden. (Fig. 8 Taf. 41); ja in seltenen Fällen an grösseren Strecken ganz ausbleiben.

Die Arteria sacralis media ist ursprünglich ein relativ grosses Gefäss. Besonders ihre Anfangspartie ist Anfang des 2. Embryonalmonats noch recht dick. Sie erreicht eine ansehnliche Länge und sendet eine grosse Zahl von segmentalen Dorsalzweigen paarweise heraus. Ob auch Ventralzweige an allen Segmenten gebildet werden, muss ich dahingestellt sein lassen; ich habe aber nur einzelne solche sehen können.

Von grossem Interesse ist die Tatsache, dass die Arteria sacralis media noch während des ganzen 2. Embryonalmonats (bei Embryonen von 8,3 bis 20 mm Länge) constant von der sogenannten „Bifurcationsstelle" der Aorta (d. h. vom Winkel zwischen den Ursprungsstellen der Arteriae iliacae communes) ausgeht; und dass sie in späteren Entwickelungsstadien — von etwa 30 mm langen Embryonen an — fast ebenso konstant von der Dorsalseite der „Aorta" ausgeht.

Wie schon oben hervorgehoben wurde, bin ich der Ansicht, dass diese Cranialwärtsverschiebung des Ursprunges der Arteria sacralis media nur scheinbar ist, und zwar dass sie durch eine

partielle Verschmelzung der Arteriae iliacae communes simuliert wird.

Wir wollen aber jetzt in Betracht nehmen, ob nicht auch eine wahre Cranialwärtswanderung der Arteria sacralis media möglich wäre.

Man könnte sich erstens denken, dass von der Ausgangsstelle der Arteria sacralis ab ein Abschnürungsprozess cranialwärts fortschritt, wodurch aus der dorsalen Aortenwand ein neues Anfangsstück der Arteria sacralis media gebildet wurde. — Ich habe aber kein einziges Moment finden können, das für eine solche Annahme spricht.

Zweitens wäre es möglich, dass die ursprüngliche Anfangspartie der Arteria sacralis media zugrunde ginge und durch eine neue Gefässverbindung ersetzt würde. Die neue Ursprungspartie aus der Dorsalseite der Aorta könnte hierbei entweder speciell für diese „Wanderung" gebildet werden oder im voraus existieren. Für die erste Annahme liegen, nach meinem Material zu urteilen, keine Gründe vor. Dagegen finde ich es glaubhaft, dass die zweite Möglichkeit unter Umständen bestehen kann. Bei einem 18,5 mm und bei einem 21,1 mm langen Embryo hatten nämlich die Zweige des verschmolzenen letzten Lumbalarterienpaares einen stark descendenten Verlauf (Fig. 21). Diese Zweige gingen der Arteria sacralis media fast parallel caudalwärts durch 2—4 Körpersegmente. Den hier ausgehenden segmentalen Dorsalzweigen waren sie sehr nahe. Hier liegt also die Möglichkeit vor, dass die Arteria sacralis media sich mit dem einen oder anderen Zweig der letzten Lumbalarterie verbinden und nachher ihre ursprüngliche Aorta-Verbindung aufgeben könne.

Diese letztgenannte Möglichkeit muss, glaube ich, als Erklärung gewisser Anomalien[1]) der Arteria sacralis media accep-

[1]) Ich denke hier speziell an diejenigen Anomalien, in welchen die Arteria sacralis media peripher von der einen Lumbalarterie des nicht verschmolzenen, vierten Paares ausgeht.

tiert werden. Dass aber die regelmässige „Cranialwärtswanderung“ dieser Arterie nicht in dieser Weise erklärt werden kann, daraufhin deutet die Tatsache, dass die Arteria sacralis media, auch wenn sie selbständig — ohne Verbindung mit dem letzten von der Aorta ausgehenden Lumbalarterienpaar — von der Aorta ausgeht, trotzdem nicht von der Bifurcationsstelle, sondern von der Dorsalseite derselben Ursprung nimmt. So z. B. ging sie bei einem Erwachsenen (Präparat Nr. 8) nur 2 mm caudalwärts von dem 4. Lumbalarterienpaar, aber 7,5 mm cranialwärts von der Bifurcationsstelle der Aorta heraus.

Diejenigen Fälle, in welchen die Arteria sacralis media und das vierte Lumbalarterienpaar mit einem gemeinsamen Stamm von der Dorsalseite der Aorta ausgehen, können — meiner Meinung nach — in dreierlei Weise entstanden sein:

1. Wenn die frühembryonale Verschmelzung der beiden Aortae descendentes an der caudalen Grenze des 23. Aortensegmentes Halt macht — was recht oft vorzukommen scheint —, wird die Folge, dass das vierte Lumbalarterienpaar nicht von der Aorta, sondern von der Arteria sacralis media ausgeht. Wenn sich nun aber in späteren Entwickelungsstadien die Lumbalarterien vergrössern, die Arteria sacralis media dagegen — caudalwärts von der Abgangsstelle dieser Arterien — relativ kleiner wird, so bekommt man jetzt den Eindruck, als wäre die Arteria sacralis ein Zweig eines verschmolzenen Lumbalarterienpaares. Die spätembryonale Verschmelzung der cranialen Teile der Arteriae iliacae communes, wodurch das definitive Caudalende der Aorta gebildet wird und wobei die Ursprungsstelle der Arteria sacralis scheinbar cranialwärts wandert, ändert natürlich in diesem Verhältnis nichts. — Dieser Bildungsmodus kommt, glaube ich, in den meisten Fällen vor.

2. Wenn die frühembryonale Verschmelzung der beiden Aortae descendentes an der Mitte des 24. Aortensegmentes Halt macht, — was nicht gerade selten vorzukommen scheint —,

so wird die Folge, dass sowohl das vierte Lumbalarterienpaar wie die Arteria sacralis media zuerst von der primären Bifurcationsstelle der Aorta und später (nach der Verschmelzung der Arteriae iliacae communes) von der Dorsalseite der Aorta in unmittelbarer Nähe voneinander ausgehen. Ihre Anfangspartien verwachsen dann nicht selten miteinander zu einem sehr kurzen einfachen Stamm[1]), dessen Querschnitt aber noch beim Erwachsenen oft kleeblattähnlich ist (dies war z. B. in meinen Fällen Nr. 1 und 3 der Fall) und so gewissermassen die Entwickelung des betreffenden Stammes verrät.

3. Wenn die Arteria sacralis media sich secundär also durch einen neugebildeten Arterienzweig mit dem Stamm eines verschmolzenen 4. Lumbalarterienpaares in direkte Verbindung setzte, und wenn nachher die ursprüngliche Wurzelpartie der Arteria sacralis verloren ging, so würden die definitiven Verhältnisse derjenigen des Moment I recht ähnlich werden. Dieser Bildungsmodus kommt aber, glaube ich, viel seltener vor als derjenige des Moment I.

Die Ausgangsstelle der Arteria sacralis media wird ursprünglich durch diejenige der Arteriae iliacae communes (umbilicales) bestimmt; was übrigens selbstverständlich ist, da wir die Grenze zwischen der Aorta und der Arteria sacralis media eben dort setzen, wo die Arteriae iliacae ausgehen. Daraus geht hervor, dass solange die Ausgangsstelle der Arteriae iliacae communes tatsächlich caudalwärts wandert (vgl. oben S. 493), diejenige der Arteria sacralis media Hand in Hand hiermit dasselbe tun muss. Dagegen ist die segmentale Höhe der Ausgangsstelle der Arteria sacralis media natürlich ganz unabhängig von der spätembryonalen Verschmelzung der Anfangspartien der Arteriae iliacae communes.

---

1) Wenn die betreffenden Lumbalarterien des 4. Paares schief sitzen, kann die Arteria sacralis unter Umständen nur mit der einen Lumbalarterie verschmelzen.

II. Die Dorsalzweige der Aorta.

Die segmentalen Dorsalzweige der Aorta werden offenbar schon vor der Verschmelzung der beiden Aortae descendentes angelegt. Ich schliesse dieses daraus, dass bei meinem ersten Stadium (Embryo 3,4 mm) segmentale Dorsalzweige auch von

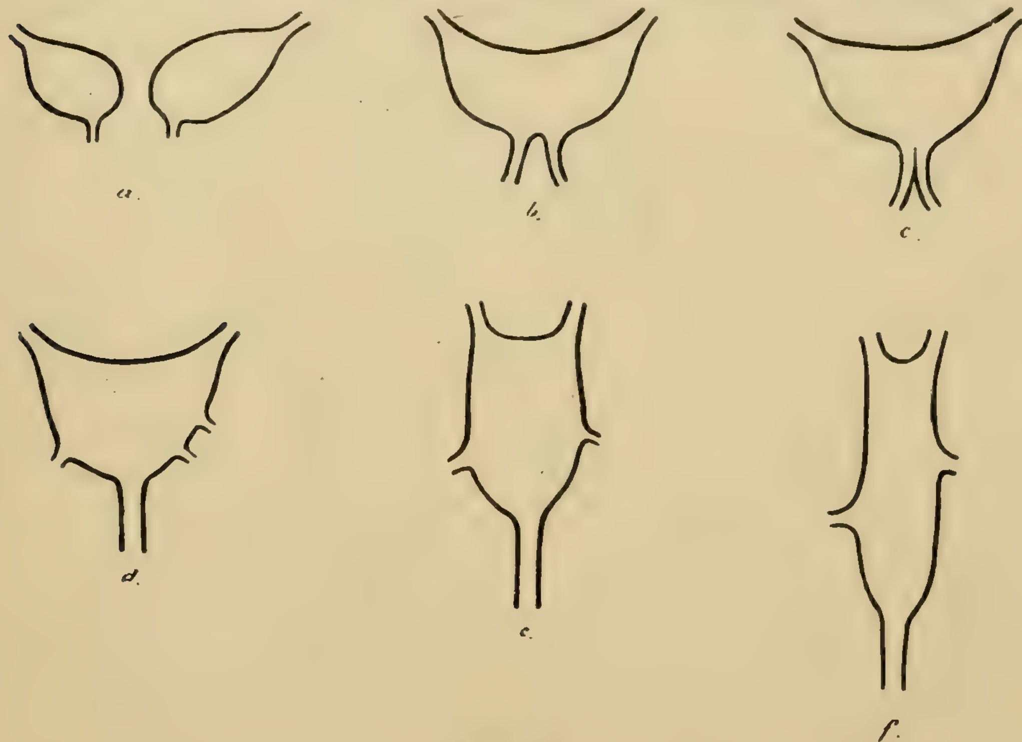


Fig. 30.

Halbschematische Querschnitte der Aorta von jungen menschlichen Embryonen. Die Ventralzweige der Aorta sind nach unten gerichtet. — Vergrösserung etwa 150fach.

a. von einem 3,4 mm langen Embryo (ohne Nackenbeuge).
b. „ demselben Embryo, etwas weiter caudal.
c. „ einem 3 mm langen Embryo (mit Nackenbeuge).
d. „ einem 5 mm langen Embryo.
e. „ „ 8 „ „ „ .
f. „ „ 11,7 „ „ „ .

den 6., 7., 22. und 23. Segmenten der hier noch doppelten (aber bald verschmelzenden) Aorta (bezw. A. sacralis media) ausgehen. (Vgl. Fig. 3 Taf. 38).

Hervorzuheben ist, dass sie in diesem Entwickelungsstadium gleich so viel lateralwärts wie dorsalwärts gerichtet sind und von der dorso-lateralen Wandpartie jeder Aorta ausgehen

(Fig. 30 A u. B). Unmittelbar nach der Verschmelzung der Aortae descendentes gehen auch die beiden Dorsalzweige eines und desselben Aortensegmentes voneinander weit entfernt von der Aorta aus. In den folgenden Entwickelungsstadien rücken sie aber einander immer näher, bis sie gewöhnlich im 2. Embryonalmonat ihre definitive relative Lage erreicht haben



Fig. 31.

Halbschematische Querschnitte (für verschiedene Höhen) der Aorta von einem 13,2 mm langen menschlichen Embryo.

Die Dorsalzweige (nach oben gerichtet) stehen in Fig. a. in Begriff zu verschmelzen. In Fig. b. sind sie schon zu einem unpaaren Stamm verschmolzen. — Ausser den Dorsalzweigen sind in Fig. b. ein Ventralzweig und in Fig. a. ausserdem drei Lateralzweige sichtbar. — Vergrösserung etwa 150 fach.

(vgl. Fig. 30 F). Unter Umständen bleibt die erwähnte Medialwärtsverschiebung erst dann stehen, wenn die beiden Dorsalzweige einander bis zur Berührung genähert sind. Ihre Ursprungspartien verwachsen dann miteinander zu einem kurzen, median ausgehenden Stamm in ganz ähnlicher Weise, wie — wie ich unten zeigen werde — die Ventralzweige der Aorta es regelmässig tun.

Solche unpaare Dorsalzweigstämme habe ich schon bei einem 13,2 mm langen Embryo (Fig. 31) gesehen (vgl. oben S. 455).

Nach meinen bisherigen Erfahrungen zu urteilen scheinen zwei Prädilektionsstellen für eine solche Verschmelzung der Dorsalzweige zu existieren, nämlich 1. an derjenigen Aortapartie, welche zuerst aus der Verschmelzung der beiden Aortae descendentes hervorging, und 2. an der caudalen Aortapartie. Ein Beispiel der ersten Kategorie finde ich bei meinem Embryo 13,2 mm, bei welchem nur die Dorsalzweige der 15. u. 16. Aortensegmente zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen sind. Als Beispiele der 2. Kategorie hebe ich meine Embryonen von 16,2; 18,5; 21,1; 30,5; 52 und 65 mm Länge hervor. Bei allen diesen letztgenannten Embryonen war das caudalste, von der Aorta ausgehende Lumbalarterienpaar zu einem unpaaren Stamm verschmolzen; bei einzelnen ausserdem die am nächsten cranialwärts hiervon ausgehenden 1—3 Lumbalarterienpaare.

Ich finde es glaubhaft, dass die Verschmelzungen mittlerer Dorsalzweigpaare frühzeitiger (als diejenigen caudaler Dorsalzweigpaare) stattfinden und dass ihre nächste Ursache dieselbe ist, welche die beiden Aortae descendentes hier zuerst zur Verschmelzung bringt.

Die nächste Ursache zu der Verschmelzung caudaler Dorsalzweigpaare suche ich dagegen in denselben Faktoren, welche die Anfangspartien der Arteriae iliacae communes zur Verwachsung bringen.

Die einander segmental entsprechenden Dorsalzweige der beiden Aortae descendentes können unter Umständen in etwas ungleicher Höhe ausgehen, was nach der Verschmelzung der Aorta natürlich die Folge hat, dass die Dorsalzweige desselben Paares mehr oder weniger schief zu sitzen kommen. Noch beim Erwachsenen ist ein solcher Befund sehr gewöhnlich. Die Ursache desselben stammt wohl aber nicht immer von der oben erwähnten, frühen Embryonalzeit ab. Kleinere Höhenunterschiede können wohl auch später durch ungleiches Wachstum der Aortawände hervorgerufen werden.

III. Die Ventralzweige der Aorta.

Die schon von den unverschmolzenen Aortae descendentes ausgehenden, segmentalen Ventralzweige (Mall) gehen unmittelbar nach der Bildung der einfachen Aorta descendens paarweise von dieser ab. Die beiden Arterien eines und desselben Paares haben von Anfang an eine mehr mediale Lage als die Dorsalzweige; d. h. sie sitzen einander viel näher, als die beiden Arterien eines Dorsalzweigpaares es tun. Daraus erklärt sich — meiner Meinung nach — die Tatsache, dass die Ventralzweige konstant, die Dorsalzweige dagegen nur ausnahmsweise einander so stark genähert werden, dass sie zu einem unpaaren Gefässstamm verschmelzen können (vgl. Fig. 30 A—F).

Die Verschmelzung der Ventralzweigpaare zu unpaaren segmentalen Stämmen findet bei etwa 3—4,5 mm langen menschlichen Embryonen statt; sie scheint etwa in der Mitte der einfachen Aorta anzufangen und von hier aus sowohl cranial- wie caudalwärts fortzuschreiten. Noch bei einem 4,5 mm langen Embryo fand ich die caudalsten Ventralzweigpaare unverschmolzen.

Die nach Mall ursprünglich gleichgrossen Ventralzweige verändern sich bald in vielerlei Weise. Einzelne Zweigpaare bezw. Stämme vergrössern sich stark, während andere verkleinert werden und zugrunde gehen. So geht das gleichmässig segmentale Aussehen der Ventralzweige bald verloren.

Schon bei meinem jüngsten Embryo (3,4 mm lang, ohne Nackenbeuge) hatte sich das eine Ventralzweigpaar — und zwar dasjenige des 16. Aortensegmentes — bedeutend stärker als die anderen entwickelt (Fig. 3, Taf. 38). Und schon bei meinem 4,5 mm langen Embryo waren mehrere Ventralzweige nicht mehr zu sehen (Fig. 7, S. 435).

Von diesem letztgenannten Stadium ab sind die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica

superior zu erkennen (Fig. 8, Taf. 41). Die Anlage der Arteria mesenterica inferior war dagegen erst bei einem 8 mm langen Embryo von anderen kleinen Ventralzweigen zu unterscheiden (Fig. 9, Taf. 41).

Über die Ausgangsstellen dieser drei Arterien in verschiedenen Entwickelungsstadien gibt folgende Tabelle (S. 504 u. 505) Aufschluss[1].

Aus dieser Tabelle geht hervor:

1. Dass die Ursprungsstelle der Arteria coeliaca gewöhnlich von dem 8. oder 9. Aortensegmente bis zur Mitte des 20. Aortensegmentes, also um mehr als 11 Segmente caudalwärts wandert; dass aber diese Caudalwärtswanderung unter Umständen sowohl etwas kleiner wie auch etwas grösser sein kann. (Sie kann entweder am 19. Segment aufhören oder bis zur cranialen Grenze des 21. Segmentes fortsetzen).

2. Dass die Ursprungsstelle der Arteria mesenterica superior gewöhnlich von dem 11. bis zum 21. Aortensegment, also um etwa 10 Segmente caudalwärts wandert; dass sie aber unter Umständen schon am 20. Aortensegment stehen bleiben kann.

3. Dass die Ursprungsstelle der Arteria mesenterica inferior gewöhnlich von dem 20. bis zum 23. Aortensegment, also um etwa 3 Segmente caudalwärts wandert; dass sie aber unter Umständen ihre Wanderung etwas früher einstellen oder auch bis zur Mitte des 24. Aortensegmentes fortsetzen kann.

4. Dass die definitiven Ausgangsstellen dieser drei Arterien gewöhnlich schon Ende des 2. Embryonalmonats (bei etwa 2 cm langen Embryonen) erreicht sind.

5. Dass der Zwischenraum zwischen den Ausgangsstellen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior anfangs gewöhnlich etwa 2 – 3 Segmentlängen beträgt;

[1] (cr.) bedeutet die craniale, (caud.) die caudale Partie des betreffenden Segmentes.

Länge des Embryos	Ausgangsstelle der		
	Arteria coeliaca	Arteria mesenterica superior	Arteria mesenterica inferior
4,5 mm Sch-St-L.	Grenze zw. 8. u. 9. Aortensegment	10. u. 11. Aortenseg. (mit 2 Wurzeln)	
5 mm	„ „ 8. u. 9. „	12. u. 13. „ („ 2 „)	
8 „	10. „	12, 13. u. 14. (cr.) „ („ 3 „)	20. Aortensegment
10 „	16. „	17. u. 18. Aortensegm. „ 2 „)	22. (caud.) „ (zweifach)
10,3 „	„ „ 15. u. 16. „	17. u. 18. „ („ 1 „)	Grenze zw. 21. u. 22. Aortenseg.
11 „	14., 15. u. 16. Aortensegm. (zweifach)	16. u. 17. „ („ 2 „)	23. Aortensegm. (mit 2 Wurzeln)
11,7 „	Grenze zw. 15. u. 16. Aortensegment	17. „ („ 2 „)	Grenze zw. 21. u. 22. Aortenseg.
11,7 „	17. „	18. „ („ 1 „)	22. Aortensegment
13,2 „	16. u. 17. Aortensegm. (mit 3 Wurzeln)	18. u. 19. „ („ 1 „)	22. „
14 „	18. (cr.) „ („ 1 „)	18. u. 19. „ („ 1 „)	22. (cr.) „
16 „	20. (cr.) „	20. (caud.) „ („ 1 „)	23. „
16,2 „	19. „ (zweifach)	20. „ („ 1 „)	Grenze zw. 22. u. 23. Aortenseg.
19 „	20. „ (dreifach)	21. „ („ 2 „)	23. Aortensegment
21,1 „	20. „	Grenze zw. 20. u. 21. Aortensegm.	23. „
22,7 „	20. (cr.) „ (zweifach)	20. (caud.) „	23. „
24 „	20. „	21. „	24. „
32,6 „	20. „	Grenze zw. 20. u. 21. „	23. „

Länge des Embryos	Ausgangsstelle der		
	Arteria coeliaca	Arteria mesenterica superior	Arteria mesenterica inferior
33 mm Sch.-St.-L.	20. Aortensegment	21. (cr.) Aortensegm.	23. Aortensegment
36,8 mm	20. (caud.) „	21. (cr.) „	23. (caud.) „
52 „	19. (cr.) „ (zweifach)	20. „	23. „
65 „	19. (caud.) „	20. „	23. „
70 „	20. „	Grenze zw. 20. u. 21. „	23. „
110 (170 Total) mm	Grenze zw. 19. u. 20. Aortensegm.	20. „	Grenze zw. 23. u. 24. Aortenseg.
160 (230 „) „	20. „	„ „ 20. u. 21. „	23. Aortensegment
170 (240 „) „	„ „ 20. u. 21. „	21. „	Grenze zw. 23. u. 24. Aortenseg.
240 mm Total-L.	„ „ 20. u. 21. „	21. „	23. Aortensegment
270 „ „	19. (caud.) „	20. Aortensegment (zweifach)	23. „
270 „ „	„ „ 20. u. 21. „	21. „	23. (cr.) „
300 „ „	„ „ 20. u. 21. „	21. (caud.) „	24. (cr.) „
330 „ „	20. „	Grenze zw. 20. u. 21. Aortensegm.	23. „
410 „ „	20. „	„ „ 20. u. 21. „	Grenze zw. 22. u. 23. Aortenseg.
500 „ „	„ „ 20. u. 21. „	21. „	23. Aortensegment
530 „ „	20. „	21. (cr.) „	23. (caud.) „

dass derselbe aber schon bei etwa 2 cm langen Embryonen die Grösse von nur einer halben Segmentlänge oder noch weniger erreichen kann.

Von den kleiner gebliebenen Ventralzweigen der Aorta gehen — wie erwähnt — einige schon frühzeitig spurlos zugrunde. Andere persistieren eine Zeitlang, werden durch Längsanastomosen mit den grösseren Ventralzweigen in Verbindung gesetzt und vermitteln so die erste Wanderung der letztgenannten, indem sie diese zuerst zwei-, drei- bis mehrwurzelig machen und dann die älteren Wurzeln durch starke Erweiterung ihrer eigenen Wurzelpartie ersetzen.

Bei dieser ersten Caudalwärtswanderung der grösseren Ventralzweige werden also die Wurzelpartien der kleineren Ventralzweige successive vergrössert, um als neue Wurzelpartie der grossen Ventralzweige vorübergehend zu funktionieren und dann selbst der Atrophie anheimzufallen. Diejenigen Ventralzweige, welche zu einer solchen „Wanderung“ benützt werden, gehen hierbei (wenigstens in ihrer proximalen Partie) selbst zugrunde.

Daraus erklärt sich, meiner Meinung nach, die Tatsache, dass kleinere Ventralzweige, welche als persistierende Segmentalzweige betrachtet werden können, nach der abgeschlossenen Caudalwärtswanderung der Darmarterien nur caudalwärts von der Arteria mesenterica inferior zu finden sind.

Die Arteria coeliaca kann natürlich nur im ersten Anfang ihrer Caudalwärtswanderung die segmentalen Ventralzweige als Wanderungsvermittler benutzen. Denn die meisten derselben sind schon von der nur wenige Segmente im voraus wandernden Arteria mesenterica superior ausgenutzt worden.

Wenn keine ventralen Segmentalzweige mehr für die Caudalwärtswanderung der Darmarterien zur Verfügung stehen, wandern sie — so viel ich aus meinem Material schliessen kann — unter Vermittelung von ganz neugebildeten Wurzeln weiter. Da die

Bildungsstellen dieser Wurzeln an der Aorta ganz unabhängig von der ursprünglichen Aortasegmentierung sind, so erklärt sich hieraus die Tatsache, dass alle die Darmarterien beim Erwachsenen keine konstante Lage gegenüber den segmentalen Dorsalzweigen der Aorta besitzen.

Da die Arteria mesenterica inferior für ihre Caudalwärtswanderung schon die Ventralzweige des 20. und 21. Aortensegmentes ausgenutzt hat, so ist es annehmbar, dass die Arteria mesenterica superior für den letzten Teil ihrer Caudalwärtswanderung auch die Bildung von neuen (nichtsegmentalen) Wurzeln zugreifen muss.

Betreff des Wanderungsmodus der Arteria mesenterica inferior hätte man annehmen können, dass diese Wanderung allein durch Vermittelung von segmentalen Ventralzweigen stattfände. Dies scheint aber nicht — oder wenigstens nicht immer — der Fall zu sein. Denn diese Arterie bleibt in ihrer Wanderung nicht selten an der Grenze zwischen zwei Aortensegmenten stehen, was ja darauf hindeutet, dass in diesen Fällen wenigstens der letzte Teil der Wanderung unter Vermittelung von einer neugebildeten, nichtsegmentalen Wurzel ausgeführt wurde.

In denjenigen Fällen aber, wenn die Arteria mesenterica inferior beim Erwachsenen gerade gegenüber dem 3. oder 4. Lumbalarterienpaar ausgeht, ist es sehr wohl möglich (aber nicht notwendig!), dass ihre Wurzelpartie von einem ursprünglich segmentalen Ventralzweig der Aorta herstammt. Die Wurzelpartien der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior stammen dagegen aller Wahrscheinlichkeit nach nicht aus den segmentalen Ventralzweigen.

Caudalwärts von der Ausgangsstelle der Arteria mesenterica inferior liegt auch die Möglichkeit vor, dass unter Umständen eine direkt von der Aorta ausgehende, ventrale Segmentalarterie zeitlebens persistieren kann. Denn die bei

älteren Embryonen und Erwachsenen bisweilen zu beobachtende kleine Arterie, welche gegenüber dem 4. Lumbalarterienpaar von der Aorta ausgeht, habe ich auch bei jüngeren Embryonen (von resp. 22,7 und 32,6 mm Länge) in derselben Höhe beobachtet (vgl. Fig. 22 und 24). Bei dem 22,7 mm langen Embryo konnte ich die Verzweigungen dieser Arterie bis in das Zuckerkandlsche Organ verfolgen.

Dass diese Segmental-Arterie aber konstant persistieren sollte (wie Frédéric (1897) behauptet), muss ich bestimmt in Abrede stellen. Denn in Schnittserien von vier älteren Embryonen (von resp. 24, 36,8, 65 und 70 mm Sch.-St.-Länge) habe ich sie vollständig vermisst.

Auch an der Arteria sacralis media können einzelne segmentale Ventralzweige entstehen, welche unter Umständen wohl auch zeitlebens persistieren können. (So habe ich bei einem 24 mm langen Embryo, Fig. 23, gegenüber dem 27. Dorsalzweigpaar eine kleine Arteria recti ausgehen gesehen).

Dagegen finde ich es weniger wahrscheinlich, dass die beim Erwachsenen zu findenden Ventralzweige der Brustaorta, die Arteriae oesophageae, von den segmentalen Ventralzweigen herzuleiten seien. Denn diese gehen, sowie ich aus meinem Material urteilen kann, alle sehr frühzeitig zugrunde. Die Arteriae oesophageae sind also als secundäre, nicht segmentale Ventralzweige zu betrachten. Ihre Zahl und Lage ist daher auch den grössten Variationen unterworfen. (Fig. 12.)

IV. Die Lateralzweige der Aorta.

Die Lateralzweige der Aorta stellen ursprünglich alle Urnierenarterien dar. Sie gehen zuerst (bei etwa 5 mm langen Embryonen) segmental — von dem 10. bis zum 16. Segment — heraus. Hand in Hand mit der folgenden starken Verlängerung der Urnieren vermehren sie sich aber stark und

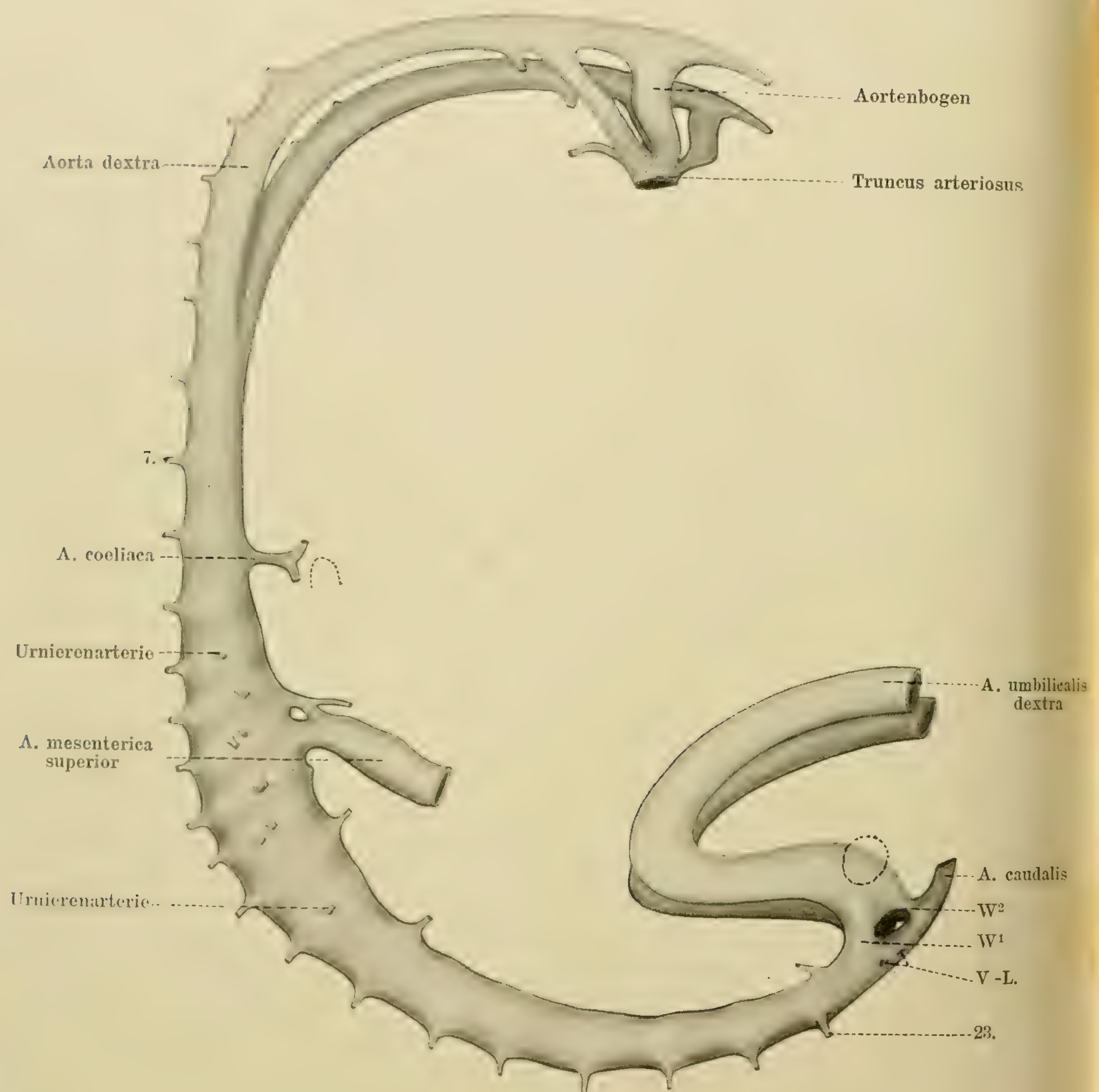


Fig. 8.

Lemann gez.

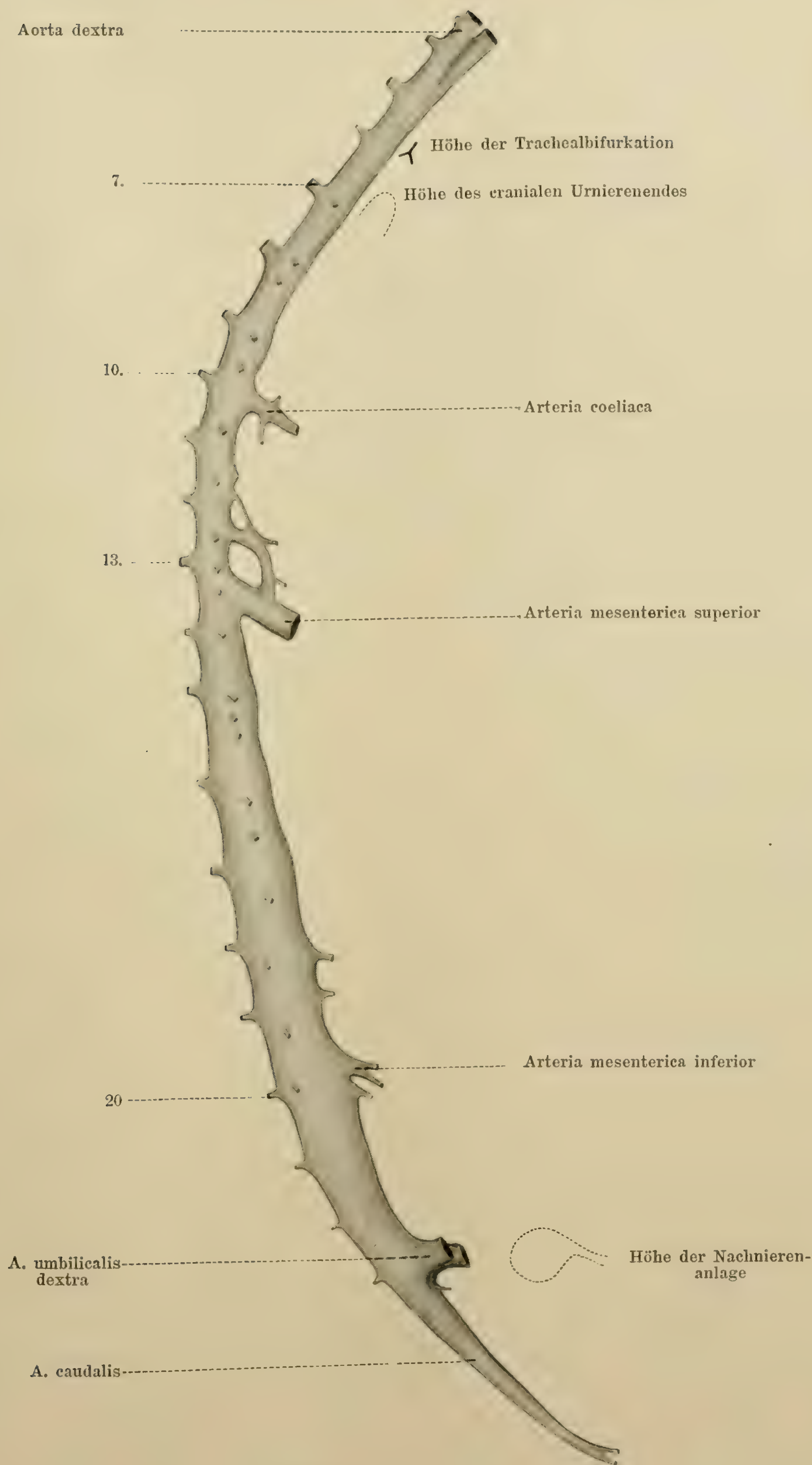


Fig. 9.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

zwar nicht nur dadurch, dass neue segmentale Lateralzweige sowohl cranialwärts von dem 10., wie caudalwärts von dem 16. Aortensegment gebildet werden, sondern auch dadurch, dass zwischen den segmentalen nichtsegmentale (vgl. oben S. 423, Tandler) Lateralzweige in wechselnder Zahl auftreten. So fand ich bei einem 8 mm langen Embryo, dass jederseits nicht weniger als 20 Urnierenarterien von dem 7. bis zu dem 20. Aortensegment ausgingen. (Vgl. Fig. 8 und 9, Taf. 41.)

Die cranialsten Urnierenarterien haben offenbar nur ein sehr kurzes Dasein. Denn schon bei 10,3 bis 11,7 mm langen Embryonen (Fig. 12—15) waren keine Lateralzweige mehr cranialwärts von dem 12. bezw. dem 13. Aortensegment zu finden. Diese Atrophie der cranialen Lateralzweige schreitet in den folgenden Stadien weiter caudalwärts fort. So fand ich bei 13,2—14 mm langen Embryonen (Fig. 16 und 17) keine Lateralzweige mehr cranialwärts von dem 17. Aortensegment ausgehen. Der cranialste Lateralzweig bei einem 16,2 mm langen Embryo (Fig. 19) ging von dem 20. und bei einem 19 mm langen Embryo (Fig. 20) von dem 21. Aortensegment heraus. Nach diesem Stadium scheint keine Atrophie der cranialen Lateralzweige mehr stattzufinden.

Gleichzeitig mit dieser Atrophie der cranialen Lateralzweige findet eine Neubildung von caudalen Lateralzweigen statt. So finde ich schon bei etwa 12 mm langen Embryonen, dass neue Urnierenarterien von den 21. und 22. Aortensegmenten ausgehen. (In der Regel scheinen keine Lateralzweige caudalwärts von dem 22. Aortensegment angelegt zu werden. Bei einem 19 mm langen Embryo sah ich aber Lateralzweige von der cranialen Grenze und bei einem 36,8 mm langen Embryo von dem cranialen Teil des 23. Aortensegmentes ausgehen.)

Diese zuletzt gebildeten Urnierenarterien scheinen gar nicht segmental angelegt zu werden. Sie können an jeder beliebigen Stelle der Lateralseite eines Aortensegmentes entstehen; ich

muss es also meiner Erfahrung nach als reinen Zufall bezeichnen, wenn sie in derselben Höhe wie ein Lumbalarterienpaar auszugehen kommen.

Es ist diese Tatsache von recht grossem Interesse. Denn da es gerade diese zuletzt gebildeten Lateralzweige sind, welche allein bei älteren Embryonen und beim Erwachsenen persistieren, so erklärt sich mit einmal, warum die Ausgangsstellen der Lateralzweige des Erwachsenen so stark variieren.

Wie schon erwähnt, sind die Lateralzweige der Aorta meiner Erfahrung nach ursprünglich alle Urnierenarterien. Einige dieser Arterien liefern aber, sobald die Nebennieren und die Geschlechtsdrüsen angelegt worden sind, Nutrition auch zu diesen Organen.

Zu den ursprünglich relativ langgestreckten und longitudinal verlaufenden Geschlechtsdrüsenanlagen gehen zuerst Zweige wahrscheinlich von mehreren Urnierenarterien. Bei der Verkürzung und anfangenden Verlagerung der Geschlechtsdrüse bleibt aber gewöhnlich nur eine dieser Arterien als die Arteria spermatica interna bestehen. Dieselbe versorgt auch den bleibenden Rest der Urniere. — Diese Arteria spermatica interna ist schon bei etwa 2 cm langen Embryonen als solche zu erkennen. Sie geht schon dann gewöhnlich von dem 22. Aortensegment, also in der definitiven Höhe, von der Aorta ab.

Sehr wenig wahrscheinlich finde ich die Möglichkeit, dass die Arteria spermatica interna auch beim Menschen nur ausnahmsweise von einer Urnierenarterie, sondern in der Regel als ein ganz neuer und selbständiger Aortenzweig entstehen sollte, wie dies Clark (1900) und Hill (1907) beim Schwein beschrieben haben.

Auch zu jeder Nebennierenanlage geben ursprünglich mehrere Urinerenarterien Zweige ab. So z. B. sehe ich bei einem etwa 10 mm langen Embryo sechs Urnierenarterien der rechten Seite Zweige auch zu der betreffenden Nebenniere

senden. Diese Urnierenarterien, welche in diesem Stadium von den 14.—16. Aortensegmenten ausgehen, gehen — wie schon oben erwähnt wurde — bald zugrunde. Die in dem Inneren der Nebenniere existierenden Arterien gewinnen aber offenbar im voraus allmählich neue Verbindungen mit immer mehr caudal ausgehenden Urnierenarterien, Hand in Hand damit, dass die Nebenniere caudalwärts verschoben wird. So finde ich die die rechte Nebenniere versorgenden Urnierenarterien bei einem 11,7 mm langen Embryo (Fig. 14) von dem 13.—18., bei zwei 13—14 mm langen Embryonen (Fig. 16 und 17) von den 17.—20., und bei einem etwa 16 mm langen Embryo (Fig. 18) von den 20. und 21. Aortensegmenten ausgehen. Etwa in der letztgenannten Höhe gehen die Arteriae suprarenales auch beim Erwachsenen von der Aorta ab.

Es findet also hier eine „Caudalwärtswanderung“ der gemeinsamen Nebennieren- und Urnierenarterien statt, welche gewissermassen an die Caudalwärtswanderung der Darmarterien erinnert; nur mit dem allerdings grossen Unterschied, dass die betreffenden Nebennierenarterien hierbei nicht nur ihre Wurzelpartien, sondern auch ihre Stammpartien umtauschen.

Die letzten mit den inneren Nebennierengefässen in Verbindung getretenen Urnierenarterien sind gewöhnlich weniger zahlreich als die ersten. Vom Anfang des 3. Embryonalmonats an finde ich im allgemeinen jederseits nur 2 bis 3 solche Arterien; in einzelnen Fällen sogar nur eine. Bei etwa 2 cm langen Embryonen verlieren diese Arterien vollständig ihre ursprünglichen Beziehungen zu den Urnieren und werden so ganz und gar von den Nebennieren übergenommen. Von dieser Zeit ab finde ich es angemessen, sie als Arteriae suprarenales zu bezeichnen. Sie gehen gewöhnlich jederseits zu Zwei- oder Dreizahl und zwar alle direkt von der Aorta ab. Nach der gewöhnlichen Nomenclatur würde man sie also alle als Arteriae suprarenales mediae bezeichnen müssen.

Die cranialste von diesen Nebennierenarterien gibt oft auch einen Nebenzweig zu der naheliegenden Zwerchfellshälfte ab. Indem nun dieser Zwerchfellzweig in den späteren Entwickelungsstadien relativ stark wird, imponiert er als die eigentliche Fortsetzung des Gefässstammes, der daher beim Erwachsenen Arteria phrenica (inferior) benannt worden ist; der frühere Hauptzweig dagegen behält allein den Namen Arteria suprarenalis (superior).

Sehr oft geht aber die Zwerchfellarterie nicht von der cranialsten Nebennierenarterie, sondern von der Arteria coeliaca oder einem ihrer Zweige ab. Die Zweigchen, die eine solche Arteria phrenica inferior oft zu der betreffenden Nebenniere abgibt, haben natürlich nichts mit den ursprünglichen Urnierenarterien zu tun (vgl. oben S. 417).

Die Nierenarterien entstehen bekanntlich erst dann, wenn die Nieren ihre definitive Lage fast erreicht haben (Hochstetter, 1892, Hauch, 1901, Pohlman, 1905 und Hill, 1905). Vor dieser Zeit fehlen ihnen aber nicht — wie die oben erwähnten Autoren behauptet haben — Blutgefässe. Wie ich neulich (Broman, 1907) habe zeigen können, existieren in den Nieren, ehe diese noch Arterien bekommen haben, venöse Gefässe, welche einem vorübergehenden Nierenpfortadersystem angehören.

Erst bei etwa 2 cm langen menschlichen Embryonen habe ich Arterienzweige in die Nieren hinein verfolgen können. Diese kamen zuerst fast immer von der caudalsten Nebennierenarterie der betreffenden Seite. Ich nehme daher an, dass die Arteria renalis in der Regel von der caudalsten Arteria suprarenalis als ein Nebenzweig gebildet wird, der sich aber bald so stark vergrössert, dass er als Hauptzweig imponiert. Anstatt zu sagen, dass sich die Arteria renalis von der Arteria suprarenalis inferior abzweigt, betrachten wir daher beim

Erwachsenen umgekehrt die Arteria suprarenalis inferior als Zweig der Arteria renalis.

Auch die Arteria renalis stammt also wahrscheinlich in der Regel von einer ursprünglichen Urnierenarterie ab. Sehr oft scheinen auch eine oder mehrere der caudalwärts von den Nebennierenarterien liegenden Urnierenarterien zu den Nieren Zweige zu senden, welche zusammen mit den Stammpartien der betreffenden Urnierenarterie nach dem Zugrundegehen der Urniere als überzählige Nierenarterien persistieren können (vgl. oben S. 424).

Dass die Arteriae renales auch beim Menschen in der Regel ganz neugebildete Arterien sein sollten, welche mit den ursprünglichen Urnierenarterien nichts zu tun haben sollten, (so wie Hochstetter (1892) und Hill (1905) es bei Säugetieren beschrieben haben) finde ich, bis stärkere Beweise vorliegen, sehr unwahrscheinlich.

Die normalen Arteriae renales gehen von Anfang an gewöhnlich von dem 21. Aortensegment heraus. Überzählige Arteriae renales, welche von ursprünglichen Urnierenarterien stammen, kommen gewöhnlich von den 21. und 22. Aortensegmenten. Weiter caudal von der Aorta, der Arteria sacralis media oder den Arteriae iliacae ausgehende Arteriae renales stammen dagegen im allgemeinen nicht von Urnierenarterien ab, sondern sind als jüngere Gefässe zu betrachten.

Von recht grossem Interesse finde ich meine Beobachtung, dass die normalen Arteriae renales zuerst constant mehr oder weniger stark descendent zu den Nieren verlaufen. Diese Tatsache lässt sich — glaube ich — am einfachsten in folgender Weise erklären:

Die caudalste Nebennierenarterie, welche ursprünglich transversal verlief, wird Anfang des 3. Embryonalmonats allmählich descendent, und zwar dadurch, dass die Nebenniere nach der Schliessung des Zwerchfells sich bei ihrem Wachstum relativ

stark caudalwärts ausbreiten muss. Da es nun dieselbe Arterie ist, welche auch die Niere versorgt und später als die Arteria renalis bezeichnet wird, so erklärt es sich daraus, dass die Arteria renalis zu ihrem Ziel descendent verläuft, obgleich die Nieren nicht caudalwärts sondern ganz umgekehrt verlagert worden sind. Ende des 3. bis Anfang des 5. Embryonalmonats beginnen die Arteriae renales indessen gewöhnlich ihre definitive transversale Lage einzunehmen, indem die Nebennieren relativ kleiner werden und die Nieren dann noch etwas höher hinaufrücken können.

Nach G. Schwalbe (1878) sollen die Nierenarterien erst beim Erwachsenen ihre definitive transversale Lage einnehmen.

Diejenigen Urnierenarterien, welche von den 21. und 22. Aortensegmenten ausgehen, aber weder als Nebennieren-, Nieren- oder Geschlechtsdrüsenarterien verwendet werden, gehen entweder zugrunde oder sie persistieren als kleine Lateralzweige, welche nur das retroperitoneale Bindegewebe etc. versorgen.

Diejenigen kleinen Lateralzweige, welche caudalwärts von dem 22. Aortensegment ausgehen, sind wohl im allgemeinen als spät gebildete Gefässe zu betrachten. Denkbar wäre natürlich auch, dass sie unter Umständen von früheren Urnierengefässen stammen, welche abnorm tief von der Aorta ausgingen.

Die Lateralzweige der Aorta können beim Erwachsenen entweder rein lateral, ventro-lateral oder fast ventral von der Aorta ausgehen. Bei jüngeren Embryonen gehen sie alle rein lateral von der Aorta aus; sehr oft findet man aber bei diesen Embryonen, dass sie in zwei Reihen (einer grösseren mehr dorsalen und einer kleineren mehr ventralen Reihe) sitzen. Aus der mehr dorsalen Reihe gehen die später rein lateral ausgehenden Zweige hervor; aus der mehr ventralen Reihe stammen die später ventro-lateral oder fast ventral ausgehenden Lateralzweige. In sehr seltenen Fällen können zwei Lateralzweige der letzten Kategorie von verschiedenen Seiten her einander sogar

so nahe rücken, dass sie in der Medianebene zu einem kurzen unpaaren Stamm verschmelzen.

In welchen Weisen können Gefässwurzeln „wandern“?

Es ist dies eine Frage, die — obwohl von allgemeiner Natur und grosser Wichtigkeit — so viel ich weiss, bisher von niemand eingehend beantwortet worden ist.

Ich werde es daher nun versuchen, alle die mir — entweder aus der Literatur oder aus eigenen Erfahrungen und Erwägungen — bekannt gewordenen bezw. theoretisch denkbaren „Wanderungs“-Modi der Gefässursprünge systematisch zusammenzustellen.

Hierbei unterscheide ich in erster Linie eine wahre Gefässwurzelwanderung von einer scheinbaren. Unter wahrer Gefässwurzelwanderung verstehe ich aber keine Wanderung im gewöhnlichen Sinne[1]), sondern nur das Verhältnis, dass ein Gefäss mit bestimmtem Ausbreitungsgebiet in einem späteren Entwickelungsstadium an einer anderen Stelle ausgeht als in einem frühzeitigen Stadium. Wenn z. B. die Arterie des Colon descendens, die Arteria mesenteria inferior, in frühzeitigeren Stadien konstant vom 20. Aortensegment, in späteren Stadien aber ebenso konstant vom 23. Aortensegment ausgeht, so hat hier eine „wahre Wanderung“ (im unseren Sinne) ihrer Ursprungspartie (= ihrer Wurzel) stattgefunden, gleichgültig in welcher Weise diese Wanderung im übrigen durchgeführt wurde. — Wenn es andererseits z. B. konstatiert werden kann, dass die Arteriae subclaviae in zwei verschiedenen Entwicklungsstadien jederseits von dem 7. Aortensegment ausgehen, dass sie sich aber in dem frühzeitigeren Stadium beide von der einfach gewordenen Aorta descendens, in dem späteren Stadium

[1]) Eine wahre Wanderung im gewöhnlichen Sinne (d. h. ohne ihr Baumaterial ganz oder teilweise umzutauschen) können — soviel ich verstehe — die Gefässwurzeln nicht ausführen.

dagegen von den doppelten Aortae descendentes abzweigen, so hat hier nur eine scheinbare Wanderung der Wurzel der Arteriae subclaviae stattgefunden (vgl. Fig. 40).

A. Die wahre Gefässwurzelwanderung kann durchgeführt werden:

I. Durch Bildung von einer ganz neuen Gefässwurzel (einem sogenannten Kollateralgefäss) mit nachfolgender Atrophie der alten Wurzel. (Vgl. Fig. 32.)

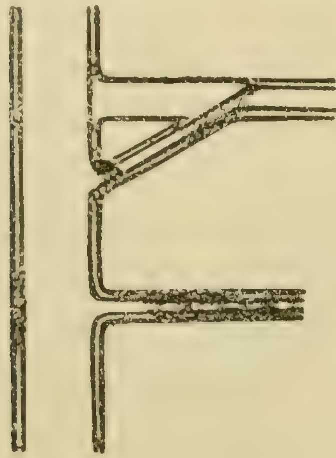


Fig. 32.

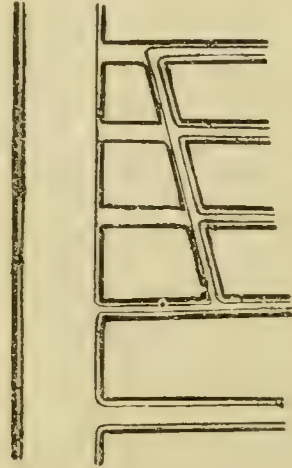


Fig. 33.

Fig. 32 stellt die Aorta mit zwei segmentalen Ventralzweigen dar, von welchen der craniale eine zweite secundäre (caudale) Wanderungswurzel bekommen hat. — Fig. 33 stellt die Aorta mit fünf segmentalen Ventralzweigen dar, von welchen die vier cranialen durch eine secundäre Längsanastomose miteinander verbunden sind.

Die äusseren Konturen bezeichnen die ursprünglicheren, die inneren Konturen die definitiven Gefässe.

Mall (1891) nahm an, dass die von ihm entdeckte Caudalwärtswanderung der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior in dieser Weise stattfand. Tandler (1903 : 2) scheint aber diesen Wanderungsmodus für die Baucharterien nicht acceptieren zu wollen. — Meiner Meinung nach ist dieser Wanderungsmodus als der einfachste und wohl auch als der am gewöhnlichsten vorkommende zu betrachten.

II. Durch Bildung von Anastomosen zwischen naheliegenden Wurzeln verschiedener Gefässe mit nachfolgender

Atrophie einiger der alten Wurzeln. (Fig. 33). In dieser Weise „wandern" diejenigen Gefässe, welche ihre ursprünglichen Wurzeln verlieren, zu der persistierenden Wurzel hin.

Zu dieser Kategorie gehört die von Tandler gefundene Bildung von Längsanastomosen zwischen denjenigen segmentalen Ventralzweigen der Aorta, welche die Anlage der Arteria omphalomesenterica darstellen. Durch Vermittelung einer solchen Längsanastomose zwischen im voraus existierenden Segmentalarterien wandert nach Tandler die Anlage der



Fig. 34.

Arteria mesenterica superior in frühzeitigen Entwickelungsstadien caudalwärts.

III. Durch partielle Abschnürung einer Gefässwurzel von einem Gefässtamm.

Eine solche Abschnürung kann entweder:

1. von dem Gefässwinkel wie in Fig. 34 A oder

2. von einer intermediären Partie der Gefässstammwand, wie in Fig. 34 A¹, ausgehen. Dieser letztgenannte Wanderungsmodus ist — soviel ich Tandler recht verstehe — mit dem von diesem Autor unter dem Namen „Inselbildung" aufgenommenen Modus identisch.

IV. Durch partielle Verwachsung einer Gefässwurzel mit dem sie aussendenden Gefässstamm (oder ausserdem mit einem Stamm höherer Ordnung) und nachfolgende Atrophie der

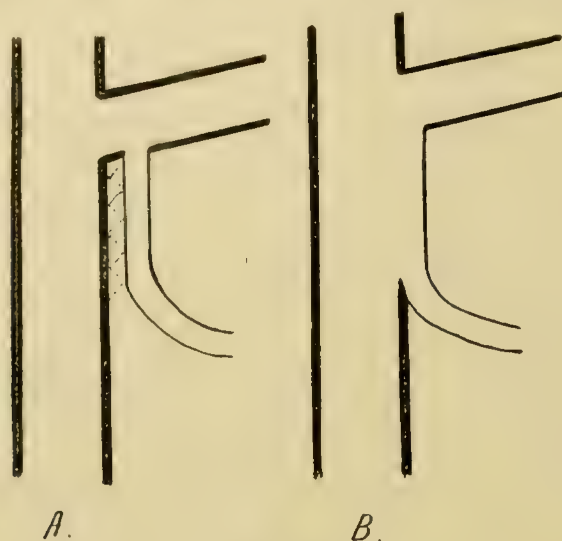


Fig. 35.

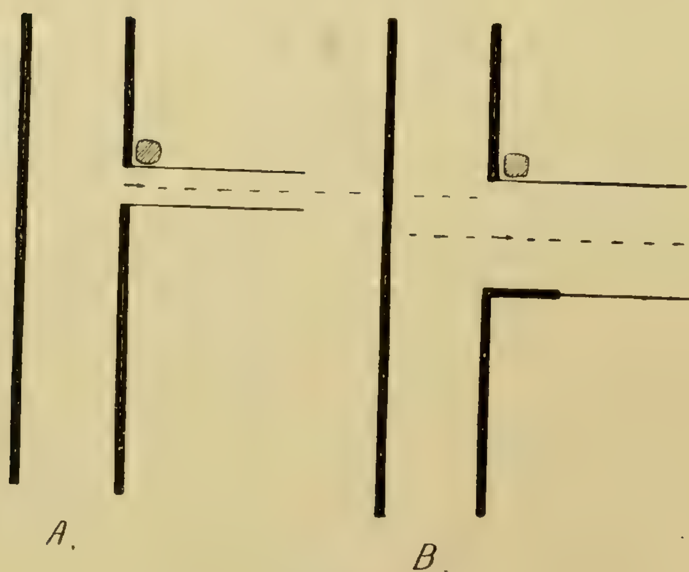


Fig. 36.

durch die Verwachsung entstandenen gemeinsamen Wandpartie (Fig 35).

V. Durch relativ starke Erweiterung der Gefässwurzel bei einseitigem Erweiterungshindernis (Fig. 36). — Wenn kein solches Hindernis existiert hätte, würde sich die betreffende

Gefässwurzel nach allen Seiten hin gleichmässig erweitert haben und ihre Achse würde keine Verschiebung erfahren haben. Bei einseitigem Erweiterungshindernis muss sich natürlich die Achse nach der Richtung des kleineren Widerstandes verschieben. Man muss sich hierbei denken, dass eine gewisse Partie der Stammwand in die Wurzelwand aufgenommen wird (vgl. Fig. 36 A und B). — Diese Gefässwurzelwanderung kann selbstverständlich nie bedeutend werden.

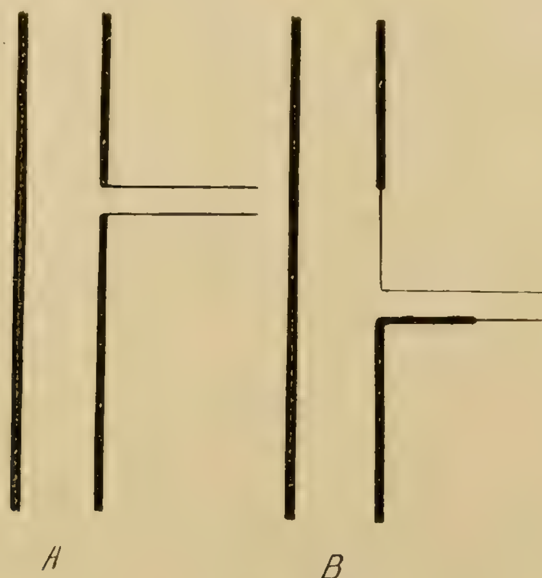


Fig. 37.

VI. Vielleicht durch Tandlers „aktive Wanderung“. Wie ich durch die Fig. 37 deutlich zu machen versuche, würde hierbei ein gegenseitiger Umtausch von Wandpartien zwischen dem Gefässstamm und der davon ausgehenden Gefässwurzel stattfinden.

Meiner Meinung nach ist die Existenz einer solchen „aktiven Gefässwanderung“ bisher durch keine Tatsache gestützt worden. Da diese „aktive Wanderung“ ausserdem mechanisch sehr kompliziert und für eine befriedigende Erklärung keiner Gefässwurzelwanderung nötig ist, so möchte ich sie bis auf weiteres lieber bestreiten denn annehmen.

B. Die scheinbare Gefässwurzelwanderung.

Eine Gefässwurzelwanderung kann simuliert werden:

I. Durch ungleiches Wachstum des die Gefässwurzeln aussendenden Gefässstammes (Fig. 38).

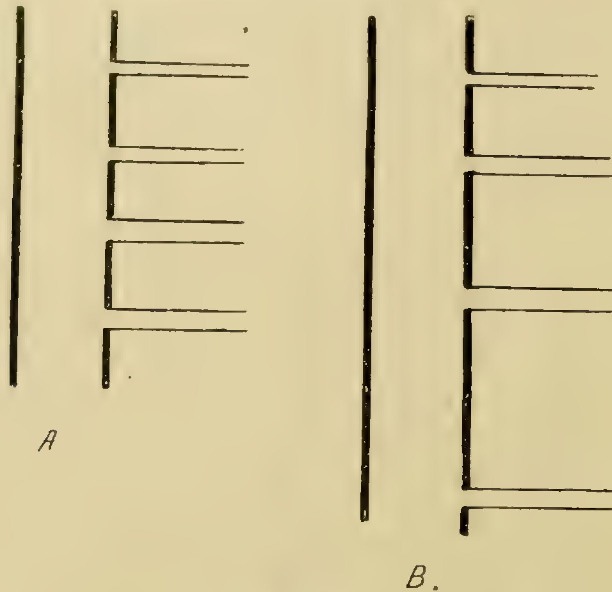


Fig. 38.

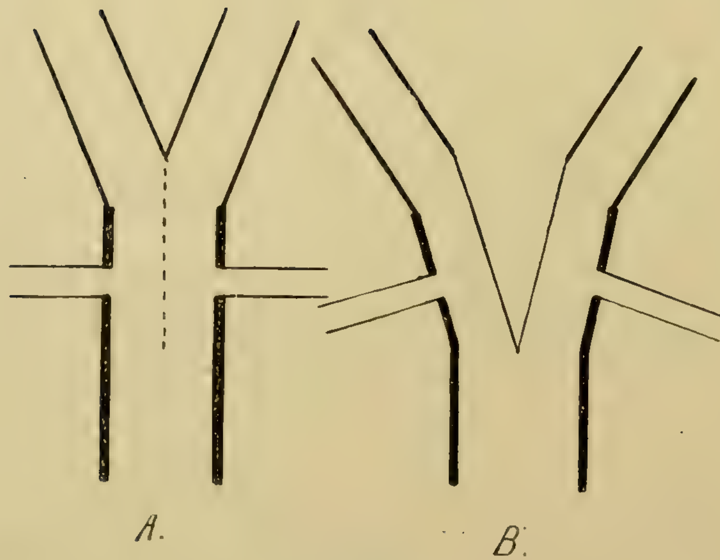


Fig. 39.

II. Durch wahre Wanderung von nahesitzenden Gefässwurzeln, welche irrtümlich als stillsitzend betrachtet werden (vgl. Fig. 32 A und B oder Fig. 33 A und B).

III. Durch Abschnürung des eine Gefässwurzel aussendenden Gefässstammes (Fig. 39).

IV. Durch Verwachsung des eine Gefässwurzel aussendenden Gefässstammes mit einem anderen (Fig. 40).

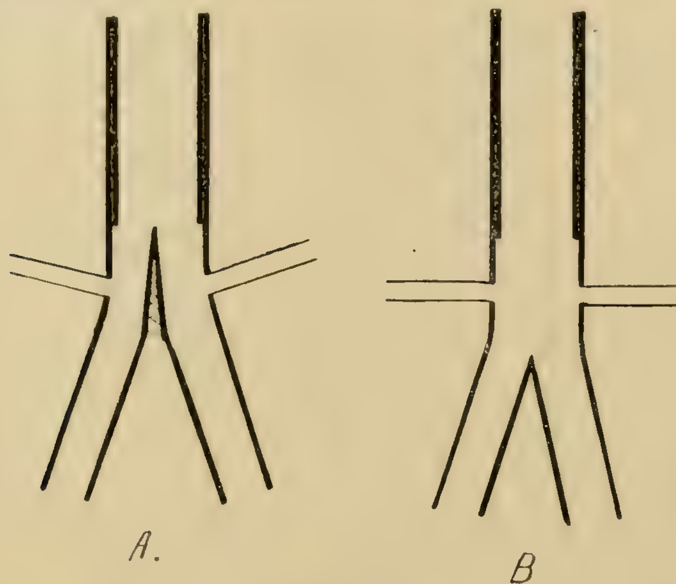


Fig. 40.

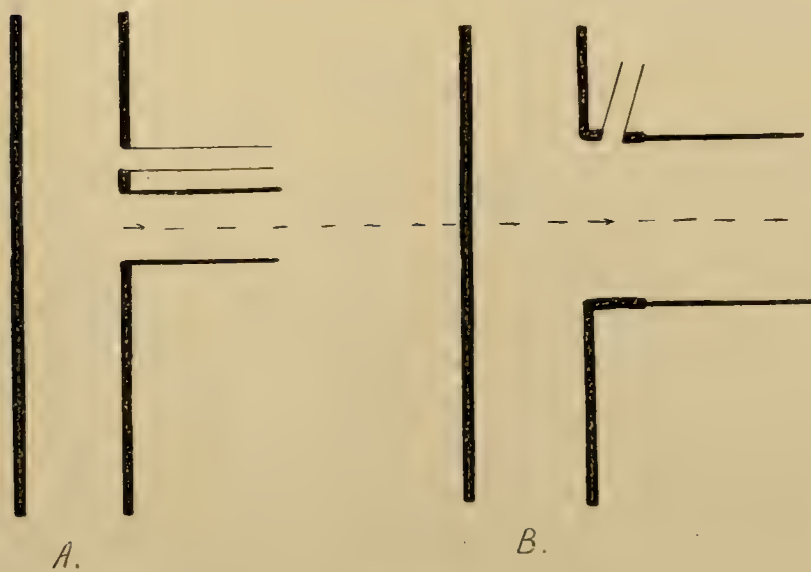


Fig. 41.

V. Durch Verwachsung von zwei naheliegenden Gefässwurzeln zu einer unpaaren Gefässwurzel, die durch ihre Grösse und Richtung als eine Partie des ursprünglichen Hauptstammes imponiert (Fig. 40).

VI. Durch relativ starke Erweiterung einer Gefässwurzel, wodurch eine kleinere nahesitzende Gefässwurzel als Zweig auf die sich erweiternde Wurzel übergeht (Fig. 41).

VII. Durch relativ starke Erweiterung von zwei (oder mehr) nahesitzenden Gefässwurzeln, wodurch die gegeneinander sehenden Wände dieser Gefässwurzeln einander absolut näher rücken (Fig. 42) und unter Umständen sogar miteinander verschmelzen.

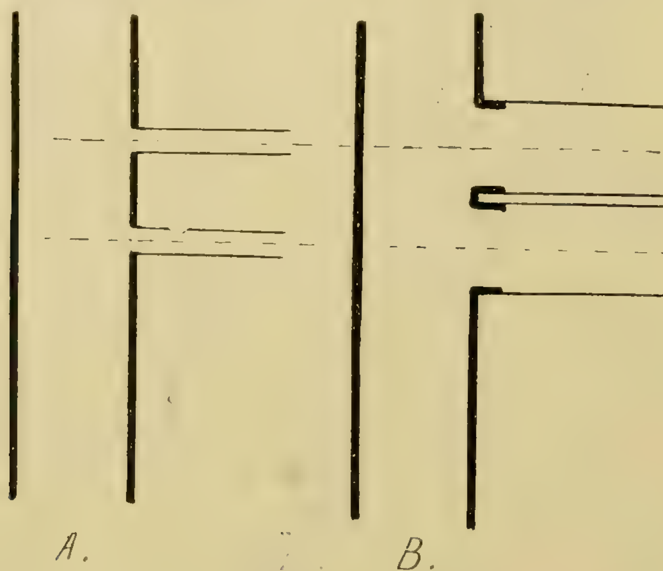


Fig. 42.

Überblick über die Entwickelung der Zweige der menschlichen Bauchaorta.

Schon ehe die beiden Aortae descendentes angefangen haben, miteinander zu einer einfachen Aorta zu verschmelzen, senden sie mit regelmässigen Zwischenräumen je eine Reihe etwa gleichgrosser Ventralzweige heraus, die wir als segmental bezeichnen können (Mall). Bald nachher[1]) entstehen in denselben Höhen auch segmentale Dorsalzweige der beiden Aortae. Diese gehen aber mehr lateral als die Ventralzweige von den Aorten ab (vgl. Fig. 30a, S. 499).

[1]) Da Mall (1897) bei seinem 2,1 mm langen Embryo die Ventralzweige beschreibt, aber keine Dorsalzweige erwähnt, muss ich wohl annehmen, dass solche noch nicht vorhanden waren.

Wenn nun in einem folgenden Stadium die beiden Aortae in der Medianebene miteinander verschmelzen, kommen die erwähnten Segmentalzweige von der einfachen Aorta paarweise auszugehen (Fig. 30 b).

Zu dieser Zeit (bei 3—5 mm langen Embryonen) zeigt die menschliche Aorta segmentale Verdickungen (vgl. Fig. 3, Taf. 38, und Fig. 8 Taf. 41) in ähnlicher Weise, wie wir dies zeitlebens bei gewissen Fischen (Cyprinoiden) finden (Owen 1866). Von der Mitte jeder Verdickung, d. h. jedes Aortensegmentes, geht ventralwärts ein Dorsalzweigpaar heraus. Die Ventralzweige gehen durch das Mesenterium dorsale zu den Wänden des Darmes und setzen sich teilweise auf die Wände der Dotterblase fort. Die Dorsalzweige gehen zu den Körperwänden.

Zu bemerken ist, dass diese Segmentalzweige zwischen den Muskelsegmenten verlaufen. Wenn man sich zu diesen referiert, sind sie also nicht als segmentale, sondern als intersegmentale Gefässe zu betrachten. Man könnte dieses Verhältnis auch so ausdrücken: die Aortensegmente alternieren mit den Muskelsegmenten.

In einem etwas späteren Stadium entwickelt sich von den in der Höhe der Urnieren liegenden Aortensegmenten auch je ein Lateralzweigpaar. Diese Lateralzweige, welche also ebenfalls segmental sind, gehen alle zu den Urnieren.

Ein durch die Mitte eines solchen Aortensegmentes gelegter Querschnitt trifft also auf einmal die Ausgangsstellen von 3 Zweigpaaren: einem Dorsal-, einem Lateral- und einem Ventralzweigpaar. Ein solcher Querschnitt stimmt also der Hauptsache nach mit dem von Mackay (1889) gegebenen, hypothetischen Querschnitt eines Wirbeltierkörpers (Fig. 43) fast vollständig überein. Was Mackay als Wahrscheinlichkeit, betreffs der ursprünglichen Gefässordnung bei den

Wirbeltieren im allgemeinen hervorgehoben hat, können wir also beim Menschen als Tatsache feststellen (Fig. 43).

Diese schematische Gefässanordnung wird aber bald mehr oder weniger stark verändert.

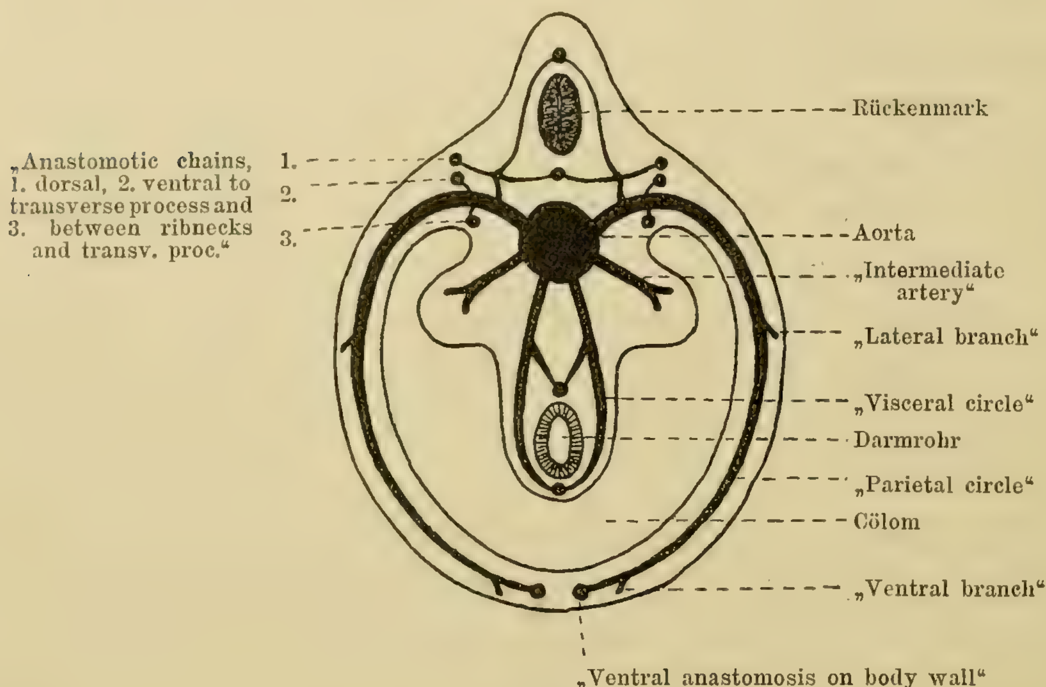


Fig. 43.
Schema der in einem Querschnitt eines Wirbeltierkörpers sichtbaren Arterien. (Nach Mackay, 1889.)

Das Schicksal der Dorsalzweige.

Am wenigsten verändern sich die Dorsalzweige der Bauchaorta. Sie persistieren zeitlebens als Arteriae lumbales (einschliesslich der Arteria subcostalis).

Die beiden Arterien eines Dorsalzweigpaares gehen ursprünglich relativ weit voneinander entfernt von der Aorta aus. Schon Ende des 1. Embryonalmonats beginnen sie aber einander näher zu rücken, bis sie gewöhnlich im 2. Embryonalmonat ihre definitive relative Lage erreicht haben (Fig. 30 f).

Diese Medialwärtswanderung der Dorsalzweige ist wahrscheinlich nur scheinbar und zwar dadurch hervorgerufen, dass

die zwischenliegende Aortawandpartie entweder im Wachstum nachgeblieben oder sogar einer Rückbildung anheimgefallen ist. In vielen Fällen nämlich geht die Medialwärtswanderung der Dorsalzweige so weit, dass die beiden Arterien sich zuletzt in der Medianebene berühren und hier miteinander zu einem unpaaren Stamm verwachsen (Fig. 31, S. 500). In diesen Fällen muss man wohl annehmen, dass die zwischenliegende Aortawandpartie durch Atrophie ganz zugrunde gegangen ist.

Auf diese Weise können in seltenen Fällen alle Dorsalzweigpaare sowohl in der Bauch- wie in der Brustregion zu unpaaren Stämmen verschmelzen. Einen solchen Fall hat Ernst (1899) bei einem Erwachsenen beschrieben.

Zwischen diesem Fall und dem gewöhnlichsten Befund, dass die Dorsalzweige noch beim Erwachsenen alle paarig von der Aorta ausgehen, gibt es alle Übergänge.

Relativ oft findet man, dass bei einem Individuum nur ein einziges Dorsalzweigpaar zu einem unpaaren Stamm verschmolzen hat. In solchen Fällen pflegt der betreffende Stamm entweder an der untersten oder an der mittleren Aortapartie zu finden zu sein. Meine Befunde an menschlichen Embryonen sprechen auch dafür, dass sich an der Aorta zwei Prädilektionsstellen finden, wo die Dorsalzweige am leichtesten verschmelzen, nämlich 1. an derjenigen Aortapartie, welche zuerst aus der Verschmelzung der beiden Aortae descendentes hervorging, und 2. an der caudalen Aortapartie. An diesen beiden Stellen sind wahrscheinlich diejenigen Kräfte welche die zwischen den beiden Dorsalzweigreihen liegende Aortawandpartie zum Schwunde bringen können, am stärksten entwickelt.

Das Schicksal der Ventralzweige.

Das ursprüngliche Verhältnis der segmentalen Ventralzweige der Aorta wird schon frühzeitig sehr stark verändert.

Von den ursprünglich etwa gleichgrossen Ventralzweigen vergrössern sich bald einzelne relativ stark, um ein grösseres Verzweigungsgebiet zu übernehmen, während andere im Wachstum nachbleiben oder sogar der Atrophie anheimfallen. So fand ich z. B. bei einem 3,4 mm langen Embryo, dass das Ventralzweigpaar des 16. Aortensegmentes bedeutend grösser als die übrigen war[1]) und dass von den 4—6 Aortensegmenten, an welchen Mall (1897) bei einem jüngeren Embryo Ventralzweige beobachtet hatte, keine solche mehr ausgingen (Fig. 3, Taf. 38).

Die von der einfach gewordenen Aorta ausgehenden Ventralzweigpaare verschmelzen alle Ende der 3. Embryonalwoche mit ihren proximalen Partien zu segmentalen unpaaren Stämmen. Derselbe Prozess, welcher unter Umständen ein Dorsalzweigpaar zu einem medianen Dorsalstamm umwandeln kann, wandelt also regelmässig jedes von der einfachen Aorta ausgehende Ventralzweigpaar in einen medianen Ventralstamm um (Fig. 30, S. 499).

Die nächste Ursache zu dieser regelmässigen Verschmelzung der beiden Arterien eines Ventralzweigpaares ist — meiner Meinung nach — in der Tatsache zu suchen, dass diese einander von Anfang an viel näher sitzen, als die beiden Arterien eines Dorsalzweigpaares. Es braucht also nur eine sehr schmale mediane Aortenwandpartie zugrunde zu gehen, um die beiden Arterien eines Ventralzweigpaares miteinander in Kontakt zu bringen. Bei der Verdünnung und sagittalen Verlängerung des Mesenterium dorsale, in welchem die beiden Arterien eines Ventralzweigpaares zunächst verlaufen, werden diese wahrscheinlich gegeneinander gepresst und so zur Verwachsung gezwungen.

---

[1]) Ich finde es sehr glaubhaft, dass dieses Ventralzweigpaar in den nächstfolgenden Stadien relativ kleiner als mehr cranial ausgehenden Zweigpaare wird.

Diese Verschmelzung der Ventralzweigpaare zu einfachen Ventralstämmen scheint etwa in der Mitte der einfachen Aorta anzufangen und von hier aus sowohl cranial- wie caudalwärts fortzuschreiten.

Unmittelbar nach dem Einfachwerden der Ventralzweige können diese unter Umständen eine lückenlose Reihe von segmental angehenden Gefässen bilden (Tandler). Einzelne mittlere Ventralzweigpaare scheinen aber oft schon vor der Verschmelzung zugrunde zu gehen, so dass die Reihe der einfachen segmentalen Stämme von Lücken unterbrochen wird.

Aus den segmentalen Ventralstämmen entstehen nun die definitiven Magen-Darmarterien und zwar zunächst dadurch, dass die meisten Ventralstämme zugrunde gehen, während sich nur drei weiter ausbilden.

Von diesen sind die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior schon bei 4,5—5 mm langen Embryonen zu erkennen. Die Anlage der Arteria mesenterica inferior markiert sich dagegen deutlich erst bei etwa 8 mm langen Embryonen.

Wie zuerst Mall (1891, 1897) gefunden hat, gehen die Arteria coeliaca und die A. mes. sup. ursprünglich viel höher (d. h. mehr cranial) von der Aorta heraus, als später. Es muss also angenommen werden, dass die Ausgangsstellen dieser Arterien während der Embryonalzeit an der Aorta caudalwärts verschoben werden. Tandler (1903), der diese Beobachtung bestätigt hat, hat auch betreffs der Ausgangsstelle der Arteria mesenterica inferior eine ähnliche, wenn auch kleinere Caudalwärtswanderung feststellen können.

Diese „Wanderung" der Eingeweidearterien findet — meiner Meinung nach — wahrscheinlich nur in zweierlei Weise statt, nämlich:

I. Durch Ausbildung einer Längsanastomose zwischen der „wandernden" Eingeweidearterie und den unmittelbar caudal-

wärts von ihr ausgehenden Segmentalstämmen mit nachfolgender Atrophie der cranialen Arterienwurzeln (Tandler).

Auf diese Weise bekommt die wandernde Arterie zuerst zwei bis mehrere, von der Aorta segmental ausgehende Wurzeln; und dann verliert sie dieselben allmählich wieder mit Ausnahme der caudalsten (Fig. 33). Gleichzeitig mit dieser Wanderung der betreffenden Eingeweidearterie verliert also die Aorta die an der Wanderungsstrecke ausgehenden segmentalen Ventralstämme.

Nachdem diese Wanderungsmöglichkeit vollständig ausgenutzt worden ist, und unter Umständen vielleicht auch früher setzt sich die betreffende Wanderung in einem etwas anderen Modus fort; nämlich:

II. Durch Ausbildung von nichtsegmentalen Anastomosen der wandernden Arterie direkt mit der Aorta und nachfolgende Atrophie der älteren, cranialen Wurzel (Fig. 32).

Durch Wiederholung dieser Prozesse führen wahrscheinlich regelmässig sowohl die Arteria coeliaca wie die Arteria mesenterica superior den letzten Teil ihrer Wanderung aus. Dasselbe scheint oft mit der Arteria mesenterica inferior der Fall zu sein.

Nach meinem Material zu urteilen, wandert in diesen beiden Weisen die Arteria coeliaca um etwa 11 Aortensegmente caudalwärts. Von diesen scheinen die ersten 2—3 Segmente nach dem Modus I, die übrigen nach dem Modus II zurückgelegt zu werden.

Die Arteria mesenterica superior wandert um etwa 10 Segmente, wovon für die ersten neun Segmente der Modus I allein verwendet werden kann. Der Modus II kommt regelmässig am letzten Segment vor. Auch scheint er mit dem Modus I gemischt an den ersten neun Segmenten vorkommen zu können.

Die Arteria mesenterica inferior wandert — wie Tandler richtig beschrieben hat — um etwa 3 Aortensegmente

caudalwärts. Diese Wanderung könnte ganz und gar nach dem Modus I durchgeführt werden. Oft wird indessen der letzte Teil der Wanderung nach dem Modus II vollgebracht; und ich finde es sehr wahrscheinlich, dass diese beiden Modi oft bei der ganzen Wanderung kombiniert vorkommen.

Die nächste Ursache der beschriebenen Caudalwärtswanderung der Arterien des Magen-Darmkanales ist — wie schon von Mall angedeutet wurde — offenbar in der gleichzeitig stattfindenden Caudalwärtsverschiebung des Magen-Darmkanales selbst zu suchen. Da nun diese Verschiebung am stärksten den Magen und den cranialen Darmteil betrifft, so erklärt sich — glaube ich — hieraus, warum die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior um so viele Segmente, die Arteria mesenterica inferior dagegen nur um etwa 3 Segmente caudalwärts wandern.

Aus dem Obenstehenden geht es hervor, dass die definitiven Wurzelpartien der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior nie und diejenige der Arteria mesenterica inferior nicht immer von ursprünglichen, segmentalen Ventralzweigen stammen.

Unter Umständen können die segmentalen Ventralstämme des 23. und des 24. Aortensegmentes zeitlebens persistieren und zwar derjenige des 23. Segmentes als die definitive Wurzel der Arteria mesenterica inferior, derjenige des 24. Aortensegmentes als die gegenüber des 4. Lumbalarterienpaares oft ausgehende kleine Arterie zum Bindegewebe.

Meine Befunde widersprechen der Annahme von Tandler, dass beim menschlichen Embryo die Anlage der Arteria coeliaca eine Zeitlang konstant mit der Anlage der Arteria mesenterica superior durch eine Längsanastomose in weiter Verbindung stehen sollte. Dagegen finde ich es wahrscheinlich, dass dies in Ausnahmefällen der Fall ist. Wenn dann secundär die normale Ursprungspartie der Arteria coeliaca

zugrunde geht, entsteht — wie Tandler hervorgehoben hat — eine Arteria coeliaco-mesenterica, (beim Menschen) welche (von der Aorta einfach ausgehend) sowohl das Gebiet der Arteria coeliaca wie dasjenige der Arteria mesenteria superior versorgt.

Dagegen finde ich es unwahrscheinlich, dass die von Bühler (1904) bei einem Erwachsenen gefundene anomale Anastomose zwischen den Stämmen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior von einer frühembryonalen Längsanastomose stammen sollte. Denn die letztgenannte Anastomose verbindet nur ursprüngliche segmentale Ventralzweige miteinander, und sowohl die Wurzel der Arteria coeliaca wie diejenige der Arteria mesenterica superior sind — wie ich oben zu zeigen versucht habe — nicht als Segmentalzweige zu betrachten. Ich nehme also an, dass die von Bühler beschriebene Längsanastomose eine spätembryonale oder vielleicht sogar postembryonale Bildung ist. Ich gestehe aber gern, dass ich an die von Bühler gegebene Erklärung, die ich anfangs sehr bestechend fand, eine Zeitlang geglaubt habe.

Sehr verlockend ist es, auch eine andere Anomalie der Arteria coeliaca als Persistenz von frühembryonalen Verhältnissen erklären zu wollen. Ich meine diejenige, nicht gerade selten vorkommende Anomalie, bei welcher die Arteria coeliaca von zwei nebeneinander ausgehenden Stämmen repräsentiert wird. Am nächsten liegt natürlich anzunehmen, dass an dieser Stelle ein Ventralzweigpaar als solches persistiert hat d. h. zu einem unpaaren Stamm nicht verschmolzen ist. Wenn wir aber in Betracht nehmen, dass die segmentalen Ventralzweige hier bei der Caudalwärtswanderung der im voraus gehenden Arteria mesenterica superior zugrunde gehen, so steht es nur übrig anzunehmen, dass die betreffende Anomalie durch zufällige Ausbildung von doppelten nicht segmentalen Anastomosen mit der Aorta zustande gekommen ist. Diese können

entweder neben- oder übereinander, oder schief von der Aorta ausgehen.

Das Schicksal der Lateralzweige.

Die Lateralzweige der Aorta scheinen ursprünglich alle Urnierenarterien zu sein. Daraus erklärt sich die Tatsache, dass Lateralzweige in der Regel nur in der Höhe der Urnieren von der Aorta auswachsen.

Zuerst, wenn die Urnieren relativ klein sind, gehen ihre Arterien segmental von einer kleineren Anzahl der mittleren (z. B. den 10.—16. bei etwa 5 mm langen Embryonen) Aortensegmenten heraus. Wenn aber, Ende des 1. Embryonalmonats, die Urnieren ihre grösste relative Länge erreichen, vermehren sich die Urnierenarterien stark und zwar sowohl dadurch, dass neue laterale Segmentalzweige cranial- und caudalwärts von den zuerst gebildeten entstehen, wie auch dadurch, dass zwischen vielen Segmentalzweigen nicht-segmentale Lateralzweige in wechselnder Zahl (gewöhnlich 1—3) auftreten. Bei etwa 8 mm langen Embryonen gehen jederseits ca. 20 Urnierenarterien von den 7.—20. Aortensegmenten heraus (Fig. 9, Taf. 41). Zuletzt (bei etwa 10—12 mm langen Embryonen) wachsen von den 21. und 22. Aortensegmenten mehrere Lateralzweige heraus, welche alle nichtsegmental zu sein scheinen.

Diese zuletzt gebildeten, caudalen Urnierenarterien sind die einzigen, die zeitlebens persistieren. Die cranialen Urnierenarterien gehen — während des 2. Embryonalmonats alle durch Atrophie zugrunde. Die betreffende Atrophie schreitet allmählich caudalwärts fort, bis sie (bei 16—19 mm langen Embryonen) die Höhe des 20. Aortensegmentes erreicht hat.

Wenn die Anlagen der Geschlechtsdrüsen und der Nebennieren etwa Anfang des 2. Embryonalmonats auftreten, werden dieselben durch Nebenzweige von den in der betreffenden Höhe ausgehenden Urnierenarterien versorgt.

Da nun die Geschlechtsdrüsenanlagen ursprünglich relativ sehr langgestreckt und den Urnieren parallel, also longitudinal gelagert sind, so bekommen sie in frühen Stadien Zweige von mehreren Urnierenarterien. Unter diesen Urnierenarterien pflegt indessen nur die caudalste, gewöhnlich von dem 22. Aortensegment ausgehende Arterie zu persistieren. Diese stellt also die Anlage der Arteria spermatica interna dar, welche noch beim Erwachsenen ausser der Geschlechtsdrüse auch die Überreste der Urniere (Epididymis bezw. Epoophoron) versorgt.

Auch diejenigen Urnierenarterien, welche zu den Nebennierenanlagen Zweige abgeben, siud ursprünglich zahlreicher als später. Bei 10 mm langen Embryonen können jederseits etwa 6 Urnierenarterien, welche von den 14.—16. Aortensegmenten ausgehen, Zweige auch zu den Nebennieren senden. Gerade diese Urnierenarterien gehen schon in der ersten Hälfte des 2. Embryonalmonats (bei etwa 13 mm langen Embryonen) vollständig zugrunde. Gleichzeitig hiermit bekommen aber die Nebennieren neue Arterienverbindungen und zwar mit den von den 17.—19. Aortensegmenten ausgehenden Urnierenarterien. Auch diese atrophieren aber bald, und ihre Nebennierenzweige werden durch solche von mehr caudal ausgehenden Urnierenarterien ersetzt. Bei etwa 16 mm langen Embryonen sind es jederseits gewöhnlich 2—3 von den 20. und 21. Aortensegmenten kommende Urnierenarterien, welche auch die Nebennieren mit Blut versorgen.

Indem nun die zu den Urnieren gehenden Hauptzweige dieser Arterien Hand in Hand mit den betreffenden Urnierenpartien der Atrophie anheimfallen, während sich gleichzeitig die zu den Nebennieren gehenden Nebenzweige vergrössern, so wandeln sich die betreffenden Urnierenarterien (bei etwa 20 mm langen Embryonen) in die definitiven Arteriae suprarenales um.

Die Arteriae suprarenales gehen alle (bezw. beide) von der Aorta direkt aus. Die cranialste Nebennierenarterie sendet oft zu der betreffenden Zwerchfellshälfte einen Nebenzweig aus, der später so gross wird, dass er als Hauptzweig imponiert. Wir sind daher gewohnt, die Arteria suprarenalis superior beim Erwachsenen als Zweig der Arteria phrenica inferior zu beschreiben. Entwickelungsgeschichtlich ist es aber umgekehrt.

Oft geht aber die Arteria phrenica inferior nicht von einer Arteria suprarenalis superior, sondern von der Arteria coeliaca heraus. Sie hat natürlich dann nichts mit den ursprünglichen Urnierenarterien zu tun (Frédéric, vgl. oben S. 417) und der Nebennierenzweig, den sie trotzdem aussenden kann, ist nur als ein spätembryonales Gefäss zu betrachten.

In ähnlicher Weise wie die cranialste Nebennierenarterie sendet auch die caudalste — und zwar, wie es scheint, viel öfter — einen Nebenzweig heraus, welcher später zu Hauptzweig wird. Dieser Zweig geht zu der Niere.

Die Nieren müssen sich, solange sie noch ihre embryonale Cranialwärtswanderung ausführen, mit venösem Blut begnügen. Sie besitzen mit anderen Worten bis Ende des 2. Embryonalmonats einen Pfortaderkreislauf (Broman, 1907). Anfang des 3. Embryonalmonats (bei etwa 20 mm langen Embryonen) bekommen sie aber arterielle Gefässe, welche die zuführenden Venen unnötig machen und zum Schwunde bringen.

Diese arteriellen Gefässe scheinen beim Menschen gewöhnlich als Nebenzweige der caudalsten Arteriae suprarenales auszuwachsen. Bisweilen gehen sie aber ausserdem oder ausschliesslich von mehr caudal gelegenen Urnierenarterien heraus[1]).

---

1) Bis stärkere Beweise dafür vorliegen, finde ich es dagegen weniger wahrscheinlich, dass die menschlichen Nierenarterien — so wie Hochstetter und Hill bei Säugetierembryonen beschreiben — als selbständige Aortenzweige neugebildet werden.

Die die normalen Nierenarterien abgebenden Urnierenarterien gehen gewöhnlich von Anfang an vom 21. Aortensegment heraus, also von demselben Segment, welches beim Erwachsenen die erstgenannten Arterien aussendet.

Nicht selten sendet auch eine der caudalwärts von der caudalsten Nebennierenarterie ausgehende Urnierenarterie Nierenzweige heraus. Aus diesen Zweigen und dem betreffenden Urnierenarterienstamm bildet sich dann (nach der Atrophie der Urnierenzweige desselben Stammes) eine *Arteria renalis accessoria* heraus. In selteneren Fällen führt derselbe Prozess zur Bildung von 2 bis mehreren überzähligen Renalarterien auf jeder Seite. Diese gehen gewöhnlich von dem 21. oder dem 22. Aortensegment heraus. Unter Umständen können sie aber von dem 23. oder dem 24. Aortensegment kommen. Sie stammen dann entweder aus abnorm weit caudal ausgewachsenen Urnierenarterien oder auch aus spätgebildeten Arterien, welche nichts mit der betreffenden Urniere zu tun gehabt haben. Solche spätgebildeten Arterien bilden wahrscheinlich auch diejenigen überzähligen Nierenarterien, welche in seltenen Fällen von den *Arteriae iliacae*, den *Arteriae mesentericae*, der *Arteria hepatica dextra*, der *Arteria sacralis media* oder den *Lumbalarterien* ausgehen können.

Die normalen Nierenarterien entstehen — wie oben erwähnt — gewöhnlich als Zweige der caudalsten Nebennierenarterien. Wenn aber später die Nieren sich stark vergrössern, während die Nebennieren relativ kleiner als früher werden, so verkleinern sich Hand in Hand hiermit auch die zu den Nebennieren gehenden Hauptzweige, so dass sie als Nebenzweige aussehen. Beim Erwachsenen werden daher die *Arteriae suprarenales inferiores* als Zweige der *Arteriae renales* beschrieben und nicht umgekehrt.

Unmittelbar nach ihrer Bildung verlaufen die normalen *Arteriae renales* fast regelmässig nicht transversal, sondern

mehr oder weniger stark descendent. Erst in späteren Embryonalstadien (Ende des 3. bis Anfang des 5. Embryonalmonats oder noch später) beginnen sie gewöhnlich, wieder transversal zu werden.

Diese Tatsachen erklären sich wahrscheinlich einerseits dadurch, dass die Nebenniere sich bei ihrer Vergrösserung nach der Schliessung des Zwerchfells speziell caudalwärts ausbreiten muss und so die in ihren caudalen Pol inserierende Arteria suprarenalis inferior descendent macht; wenn nun die Nierenarterie sich als Zweig der peripheren Partie der Arteria suprarenalis inferior entwickelt, so wird es verständlich, dass die Arteria renalis descendent verlaufen kann, obgleich die Niere nie caudalwärts, sondern in gerade umgekehrter Richtung verschoben worden ist. Dass andererseits die einmal descendente Richtung der Nierenarterie wieder transversal werden kann, erklärt sich einfach daraus, dass die Nebenniere später relativ kleiner wird, hierbei mit ihrem caudalen Ende cranialwärts rückt und von der gleichzeitig höher hinaufsteigenden Niere gefolgt wird.

Diejenigen caudalen Urnierenarterien, welche weder als Nebennieren-, Nieren- oder Geschlechtsdrüsenarterien verwendet werden, können entweder als schwache Arterien zu dem retroperitonealen Bindegewebe persistieren oder auch zugrunde gehen.

Von Interesse ist, dass die Urnierenarterien jederseits nicht in einer Reihe, sondern gewöhnlich in zwei Reihen angelegt werden, von welchen die eine mehr ventral, die andere mehr dorsal von der Lateralseite der Aorta ausgeht. Die letztgenannte Reihe scheint zeitlebens von der Lateralseite der Aorta auszugehen. Die ursprünglich mehr ventral ausgehenden Lateralzweige werden dagegen in späteren Embryonalstadien auf die Ventralseite der Aorta übergeführt. In seltenen Fällen können einzelne dieser Ventrolateralzweige von den beiden

Seiten her einander hier so nahe rücken, dass sie sich in der Medianebene berühren und sogar zu unpaaren Stämmen verwachsen. Relativ oft scheint dieses mit den Arteriae spermaticae internae und den Arteriae suprarenales superiores (+ Art. phren. inf.), relativ selten dagegen mit den Arteriae renales der Fall zu sein.

Dass die Arteriae spermaticae internae nicht gerade selten von den Nieren- oder Nebennierenarterien ausgehen können, ist leicht zu verstehen, wenn wir in Betracht nehmen, dass alle diese Arterien von derselben Quelle, von den Urnierenarterien, stammen[1]. — Überhaupt sind alle Anomalien der Lateralzweige der Aorta mit Hilfe der oben geschilderten Entwickelungsgeschichte dieser Gefässe leicht zu erklären.

Die Entwickelung der Endzweige.

Ursprünglich setzen sich die beiden primitiven Aorten caudalwärts in je eine primitive Arteria umbilicalis direkt fort. Dieses ist nach Eternod (1898) bei etwa 1,3 mm langen menschlichen Embryonen der Fall (vgl. Fig. 1 u. 2 Taf. 37). In diesem Entwickelungsstadium ist der Schwanz des Embryos noch kaum angedeutet. Schwanzarterien existieren noch nicht. Wenn aber in einem späteren Entwickelungsstadium der Schwanz ausgebildet wird, entstehen wahrscheinlich Hand in Hand hiermit auch die von den Aorten auswachsenden paarigen Schwanzarterien, welche der Richtung nach als direkte caudale Fortsetzungen der Aorten imponieren. (Zu der Zeit ihrer Entstehung sind in der caudalen Körperpartie wahrscheinlich noch keine Segmentalarterien angelegt.)

---

[1] Wenn man dagegen annehmen wollte, dass auch beim Menschen sowohl die Nierenarterien wie die Geschlechtsdrüsenarterien als selbständige Aortazweige gebildet werden, wie Hochstetter (1892) und Hill (1905) für die Nierenarterien, Clark (1900) und Hill (1907) für die Geschlechtsdrüsenarterien gewisser Säugetiere beschreiben — so werden mit einmal wieder viele Anomalien dieser Gefässe schwer zu erklären.

Die Schwanzarterien sind nur schwach gebogen und zwar in derselben Richtung wie die Aorten, während die Arteriae umbilicales mehr plötzlich ventralwärts umbiegen. Obgleich diese letztgenannten tatsächlich die ursprünglichen Fortsetzungen der Aorten darstellen, von welchen sie erst durch das Auswachsen der Schwanzarterien abgegrenzt werden, sehen sie also jetzt mehr wie Ventralzweige der Aorten aus (Fig. 3, Taf. 38).

Die primitiven Umbilicalarterien gehen zuerst mehr cranial als später von den Aortenstämmen ab. Indem nun neue, von der Ventralseite jeder Schwanzarterie ausgehende Wurzeln entstehen, welche sich mit den Umbilicalarterien verbinden, werden diese zuerst zweiwurzelig und dann nach Atrophie der cranialen ursprünglichen Wurzel wieder einwurzelig. Durch Wiederholung von diesem Prozess „wandert“ die Ausgangsstelle jeder Arteria umbilicalis einige Segmente weit caudalwärts auf die ursprüngliche Arteria caudalis über.

Wenn diese Caudalwärtswanderung etwa Mitte der 4. Embryonalwoche beendigt wird, scheint auch die letztgebildete ventrale Wurzel jeder Arteria umbilicalis zugrunde zu gehen und durch eine neue mehr lateral von dem 24. oder 25. (Tandler) Aortensegment ausgehende Wurzel ersetzt zu werden. Von dieser Wurzel aus wachsen auch die anfangs relativ sehr kleinen Arterien der unteren Extremitäten heraus. Die gemeinsamen Stämme der Arteriae umbilicales und der betreffenden Extremitätarterien stellen die beim Erwachsenen sogenannten Arteriae iliacae communes dar.

Diese Arteriae iliacae communes können, wie aus dem oben Gesagten hervorgehen dürfte also nicht als ursprüngliche direkte Fortsetzungen der primitiven Aorten betrachtet werden.

Nachdem die primitiven Aorten in der Bauchregion zu einer unpaaren Aorta verschmolzen sind, setzt sich die Verschmelzung caudalwärts auf die Arteriae caudales fort. Diese Arterien

wandeln sich so in eine unpaare Arterie um, die wir beim Menschen Arteria sacralis media benennen.

Die Arteria sacralis media ist ursprünglich ein relativ grosses Gefäss, in welches die Aorta unmerklich übergeht. Gleich wie die Aorta sendet sie in regelmässigen Zwischenräumen segmentale Dorsalzweigpaare heraus. Ihre cranialste Partie nimmt nach der Caudalwärtswanderung der Umbilicalarterien an der Bildung der secundären Aorta teil.

Bis zum Anfang des 3. Embryonalmonats gehen die beiden Arteriae iliacae communes und die Arteria sacralis media alle drei von derselben Stelle der (secundären) Aorta heraus. Mit anderen Worten: vor dieser Zeit geht die Arteria sacralis media konstant von der sogenannten Bifurcationsstelle der secundären Aorta heraus.

Die Arteriae iliacae communes, welche bei jüngeren Embryonen ventralwärts unter fast rechten Winkeln von der Aorta abgingen, nehmen etwa Anfang des 3. Embryonalmonats eine mehr caudale Richtung ein (Hauch 1901, 1903), so dass sie von nun ab als caudale Endzweige der Aorta aussehen. Gleichzeitig verkleinert sich der Winkel zwischen den beiden Arteriae iliacae communes, so dass er von nun ab ungefähr die für Erwachsene normale Grösse (60°) besitzt (Hauch).

Aller Wahrscheinlichkeit nach werden nun bei dieser Richtungsänderung der Arteriae iliacae communes ihre ursprünglichen Anfangspartien einander zur Berührung genähert, gegeneinander gepresst und so zur Verwachsung miteinander gezwungen. Auf diese Weise wird — glaube ich — aus den cranialsten Partien der beiden Arteriae iliacae communes ein kurzer unpaarer Gefässstamm gebildet, der — da er etwa dieselbe Richtung und Dicke wie die Aorta besitzt — als eine wahre Aortapartie imponiert.

Auf diese Weise erklärt sich am einfachsten die Tatsache, dass die Ausgangsstelle der (schon jetzt relativ klein gewordenen)

— Arteria sacralis media gerade zu dieser Zeit cranialwärts auf die Dorsalseite der Aorta „hinaufwandert“. (Über andere Erklärungsmöglichkeiten vgl. oben S. 496).

Offenbar ist diese „Wanderung“ gewöhnlich nur eine scheinbare, welche durch die erwähnte Addition zu der Aorta simuliert wird.

Die definitive Bauchaorta ist also ein Produkt 1. aus der primitiven Aorta, 2. aus der cranialen Partie der primitiven Arteria sacralis media und 3. wahrscheinlich aus verschmolzenen Anfangspartien der Arteriae iliacae communes.

Aus dem oben Gesagten dürfte es hervorgehen, dass weder die definitiven Arteriae iliacae communes noch die Arteria sacralis media als ontogenetisch ursprüngliche, direkte Fortsetzungen der primitiven Aorten angesehen werden können. Denn die ursprünglichen Wurzelpartien der Arteriae iliacae communes (= Arteriae umbilicales) sind zugrunde gegangen und durch neue ersetzt worden, welche als Zweige von der primitiven Arteria sacralis media ausgewachsen sind. Und weder die primäre noch die definitive Arteria sacralis media bildet beim Menschen normalerweise eine direkte Fortsetzung der Aorta.

Aus praktischen Gründen können aber die beiden Arteriae iliacae und die Arteria sacralis media unter der gemeinsamen Rubrik „Endzweige“ der Aorta zusammen behandelt werden. Dieses ist vor allem dadurch motiviert, dass die Entwickelungsgeschichte der definitiven Arteria sacralis media mit derjenigen der definitiven Arteriae iliacae communes eng verknüpft ist; und ausserdem dadurch, dass in gewissen Entwickelungsstadien die Arteria sacralis media, in anderen Entwickelungsstadien aber die Arteriae iliacae communes als die „wahren“ caudalen Fortsetzungen der Bauchaorta imponieren.

Obgleich aber die oben citierte Beobachtung von Eternod (1898) über die Gefässe eines 1,3 mm langen menschlichen Em-

bryos bestimmt dafür spricht, dass in der menschlichen Ontogenie die primitiven Arteriae umbilicales und nicht die Anlagen der Arteria sacralis media als primäre direkte Fortsetzungen der primitiven Aorten zu betrachten sind, so glaube ich nicht, dass dasselbe in der menschlichen Phylogenie der Fall gewesen ist.

Die komparative Anatomie der Wirbeltiere deutet nämlich — meiner Meinung nach — sehr stark darauf hin, dass in der menschlichen Stammentwickelung die Arteria sacralis media die ursprüngliche caudale Fortsetzung der Aorta darstellte. — In einer bald erscheinenden Arbeit[1]) werde ich hierüber ausführlicher berichten.

Ergebnisse.

Als Hauptresultate meiner Untersuchung hebe ich zuletzt hervor:

1. Dass die primitive Bauchaorta unmittelbar, nachdem sie unpaar geworden ist — bei 3—5 mm langen menschlichen Embryonen — segmentale Verdickungen besitzt, welche an die bei gewissen Fischen (Cyprinoiden) zeitlebens existierenden segmentalen Aortenverdickungen erinnern.

2. Dass die definitive Bauchaorta als ein Produkt
   a) aus der primitiven Aorta,
   b) aus der cranialen Partie der primitiven Arteria sacralis media und

[1]) Die betreffende Arbeit (Broman: Über die Entwickelung, „Wanderung" und Variation der Bauchaortenzweige bei den Wirbeltieren. — Ergebnisse der Anat. u. Entwickelungsgesch. Bd. 16) ist, obgleich später als die vorliegende Arbeit geschrieben, schon (zur Zeit des Korrekturlesens) erschienen.

c) wahrscheinlich aus verschmolzenen Anfangspartien der Arteriae iliacae communes zu betrachten ist.

3. Dass die Arteriae umbilicales in frühzeitigen Embryonalstadien (bei 3—5 mm langen Embryonen) unter Vermittelung von neugebildeten Wurzeln (Wanderungswurzeln) von der Grenze zwischen den primitiven Aorten und den Arteriae caudales caudalwärts auf die letztgenannten Arterien oder das Verschmelzungsprodukt derselben (die primitive Arteria sacralis media) überwandern.

4. Dass also die Arteriae iliacae communes nicht als direkte Fortsetzungen der primitiven Aorta zu betrachten sind (entgegen Young und Robinson, 1898).

5. Dass die Arteria sacralis media ursprünglich der Richtung nach eine direkte Fortsetzung der Aorta bildet (entgegen Young und Robinson) und erst secundär (Anfang des 3. Embryonalmonats) auf die Dorsalseite der definitiven Aorta zu sitzen kommt.

6. Dass diese Cranialwärtswanderung der Arteria sacralis media wahrscheinlich nur scheinbar ist und zwar dadurch hervorgerufen, dass die Anfangspartien der Arteriae iliacae communes zu einem unpaaren aortenähnlichen Gefäss verschmelzen.

7. Dass die Arteria sacralis media nicht als ein Verschmelzungsprodukt von einem gewöhnlichen, segmentalen Dorsalzweigpaar betrachtet werden kann (entgegen Young und Robinson, 1898).

8. Dass die segmentalen Dorsalzweige der Aorta der Medianebene secundär näher rücken (Fig. 30, S. 499) und dass unter Umständen, besonders leicht an zwei Prädilektionsstellen, diese Medialwärtswanderung so weit gehen kann, dass die beiden Arterien eines und desselben Dorsalzweigpaares zu einem unpaaren Stamm verschmelzen können (Fig. 31, S. 500).

9. Dass die ursprünglich doppelt von jedem Aortensegment ausgehenden Ventralzweige regelmässig durch Verschmelzung einfach werden (Fig. 30).

10. Dass die Regelmässigkeit dieser Verschmelzung sich gewissermassen dadurch erklärt, dass die Arterien jedes Ventralzweigpaares von Anfang an einander näher als diejenigen jedes Dorsalzweigpaares liegen und also leichter als diese miteinander in Kontakt gebracht werden können.

11. Dass die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior schon bei 4,5 mm langen Embryonen als solche erkannt werden können. Dass die Anlage der Arteria mesenterica inferior dagegen erst bei etwa 8 mm langen Embryonen zu erkennen ist.

12. Dass die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior an der Aortenvorderseite um etwa 11 bezw. 10 Segmente, (also länger als bisher von Mall und Tandler angenommen wurde) caudalwärts wandern.

13. Dass die Caudalwärtswanderung der menschlichen Magen-Darmarterien wahrscheinlich nur 1. durch Bildung von Längsanastomosen (Tandler) zwischen segmentalen Ventralzweigen und 2. durch Bildung von ganz neuen, nichtsegmentalen Wurzeln (Mall) vermittelt wird; dass dagegen die von Tandler sogenannte „aktive Wanderung" wahrscheinlich hier nicht vorkommt.

14. Dass die Anlage der Arteria coeliaca beim menschlichen Embryo nicht regelmässig, sondern nur ausnahmsweise durch eine frühembryonale Längsanastomose mit der Anlage der Arteria mesenterica superior verbunden wird (entgegen Tandler).

15. Dass die von Bühler (1904) als eine persistierende, frühembryonale Längsanastomose zwischen der Arteria coeliaca

und der Arteria mesenterica superior beschriebene Anomalie wahrscheinlich als eine spät- oder postembryonale Bildung zu betrachten ist.

16. Dass die definitiven Wurzelpartien sowohl der Arteria coeliaca wie der Arteria mesenterica inferior als nichtsegmentale Gefässe zu betrachten sind (entgegen Frédéric).

17. Dass die definitive Wurzelpartie der Arteria mesenterica inferior bisweilen von einer Segmentalarterie, bisweilen aber von einem nichtsegmentalen Aortenzweig stammt.

18. Dass die Wurzelpartien der ursprünglichen, nichtsegmentalen Ventralzweige unter Umständen alle zugrunde gehen können; dass aber oft der Ventralzweig des 23. Aortensegmentes als die Arteria mesenterica inferior und derjenige des 24. Aortensegmentes als eine kleine Bindegewebsarterie persistiert.

19. Dass die Hypothese von Frédéric (1897), dass die drei Magendarmarterien beim Menschen von den segmentalen Ventralzweigen des 20., des 21. und des 23. Aortensegmentes stammen sollten, also grösstenteils unrichtig ist.

20. Dass Frédéric ebenfalls im Unrecht ist, wenn er behauptet, dass der Abstand zwischen den Ausgangsstellen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior beim Erwachsenen regelmässig Null betragen sollte, und dass dieser Abstand nach der Geburt also absolut kleiner werden sollte.

21. Dass wahrscheinlich alle die Lateralzweige der Aorta beim menschlichen Embryo ursprünglich Urnierenarterien sind.

22. Dass die persistierenden Lateralzweige aus den zuletzt gebildeten, caudalen, nichtsegmentalen Urnierenarterien stammen.

23. Dass von diesen persistierenden Urnierenarterien gewöhnlich 2 oder 3 der cranialsten zu Nebennierenarterien umgewandelt werden.

24. Dass die caudalste Nebennierenarterie gewöhnlich auch einen Zweig zu der naheliegenden Niere aussendet und sich später durch starke Verdickung des betreffenden Zweiges und der Stammpartie zu der normalen Nierenarterie umbildet.

25. Dass, wenn jederseits drei Nebennierenarterien gebildet werden, die cranialste oft einen Zwerchfellzweig aussendet, welcher sich später zu einem Hauptzweig entwickelt.

26. Dass der gemeinsame Stamm der Arteria suprarenalis inferior und der Arteria renalis im 3. oder 4. Embryonalmonat gewöhnlich mehr oder weniger descendent verläuft, was wahrscheinlich von der letzten Caudalwärtsverschiebung der caudalen Nebennierenpartien abhängt.

27. Dass die Nebennierenarterien ursprünglich von höher gelegenen Aortensegmenten ausgehen und zahlreicher sind als später. Dass die ursprünglichen Nebennierenarterien bei der Caudalwärtsverschiebung der ganzen Nebenniere allmählich durch neue, tiefer ausgehende Nebennierenarterien ausgetauscht werden.

28. Dass auch die Geschlechtsdrüsenarterien ursprünglich als Zweige von mehreren Urnierenarterien gebildet werden. Dass von diesen (Geschlechtsdrüsenzweige abgebenden) Urnierenarterien jederseits gewöhnlich nur die caudalste als die definitive Arteria spermatica interna persistiert.

29. Dass einzelne der caudalen Urnierenarterien gewöhnlich nur als kleine Bindegewebsarterien persistieren, während sie sich in anderen Fällen zu accessorischen Arterien der Nebennieren, der Nieren oder der Geschlechtsdrüsen

entwickeln. Dass aber solche accessorischen Arterien der erwähnten Organe sich unter Umständen auch als Zweige von anderen angrenzenden Arterien ausbilden können.

30. Dass die Lateralzweige ursprünglich in zwei Reihen — eine mehr dorsal und eine mehr ventral ausgehende Reihe — von der Aorta auswachsen, und dass diejenigen der ventrolateralen Reihe später rein ventral von der Aorta ausgehen, ja, in seltenen Fällen sogar mit ähnlichen Arterien der anderen Seite in der Medianebene verwachsen können.

Tafelerklärung.

Tafel 37.

Fig. 1 u. 2. Graphische Rekonstruktion der Gefässe eines 1,3 mm langen menschlichen Embiyos. Etwas verkleinert nach Eternod (1898).

Fig. 1 zeigt die Area embryonalis und den Bauchstiel mit ihren Gefässen von oben gesehen. — Vergrösserung: $^{20}/_{1}$.

Fig. 2 zeigt dieselben Gefässe von der linken Seite gesehen. — Vergrösserung: etwa $^{16}/_{1}$.

Die Arterien sind rot; die Venen blau.

Tafel 38.

Fig. 3. Rekonstruktionsmodell der Aorta eines 3,4 mm langen menschlichen Embryos. Von der rechten Seite gesehen. — Vergrösserung: $^{50}/_{1}$.

Tafel 39.

Fig. 4 u. 5. Querschnitt durch die mittlere Körperpartie eines 3,4 mm langen menschlichen Embryos (ohne Nackenbeuge). Fig. 4 in der Höhe des 7. Aortensegmentes, Fig. 5 in der Höhe des 11. Aortensegmentes. — Vergrösserung: $^{80}/_{1}$.

Die Arterien sind rot, die Venen blau.

Tafel 40.

Fig. 6. Querschnitt durch die mittlere Körperpartie (etwa in entsprechender Höhe wie der in Fig. 5 abgebildete Querschnitt) eines 3 mm langen Embryos (mit Nackenbeuge). Vergrösserung: $^{80}/_{1}$.

Die Arterien sind rot, die Venen blau.

Tafel 41.

Fig. 8. Rekonstruktionsmodell der Aorta eines 5 mm langen menschlichen Embryos. Von der rechten Seite gesehen. — Vergrösserung: $^{50}/_{1}$.

Fig. 9. Rekonstruktionsmodell der Aorta eines 8 mm langen menschlichen Embryos. Von der rechten Seite gesehen. — Vergrösserung: $^{50}/_{1}$.

Literaturverzeichnis.

1. Broman, Ivar (1895), Beschreibung eines menschlichen Embryo von beinahe 3 mm Länge mit spezieller Bemerkung über die bei demselben befindlichen Hirnfalten. — Morphologische Arbeiten herausgegeben von Schwalbe, Bd. 5, H. 2. S. 202.

2. Derselbe (1904), Die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis und ähnlicher Recessbildungen bei den Wirbeltieren. Wiesbaden.

3. Derselbe (1907), Über die Existenz eines embryonalen Pfortaderkreislaufes in der Nachniere der Säugetiere. Anat. Anz. Bd. 31. S. 94.

4. Bühler, A. (1904), Über eine Anastomose zwischen den Stämmen der Art. coeliaca und der Art. mesenterica superior. Morph. Jahrb. Bd. 32 S. 185.

5. Clark, John G. (1900), The origin, development and degeneration of the blood-vessels of the human ovary. Johns Hopkins Hospital Reports. Vol. IX. S. 593. Baltimore.

6. Ernst, P. (1899), Unpaariger Ursprung der Intercostal- und Lumbalarterien aus der Aorta. Zeitschr. Morphol. u. Anthropol. Bd. I. H. 4. S. 495.

7. Eternod, Aug. Ch. F. (1898), Premiers stades de la circulation sanguine dans l'oeuf et l'embryon humain. Anat. Anz. Bd. 15. S. 181.

8. Fol, H. (1884), Description d'un embryon humain de cinq millimètres et six dixiémes. Recueil Zool. Suisse. Tome I. Nr. 3.

9. Frédéric, J. (1897), Beitrag zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Äste der Aorta descendens beim Menschen. Morphologische Arbeiten. Bd. 7. S. 691.

10. Hauch, E. (1901), On Nyrernes Anatomi og deres Udvikling. Diss. Kopenhagen.

11. Derselbe (1903). Über die Anatomie und Entwickelung der Nieren. Anatomische Hefte I. Bd. 22.

12. Hill, Eben C. (1905), On the first appearance of the renal artery, and the relative development of the kidneys and Wolffian bodies in pig embryos. John Hopkins Hospital Bulletin. Vol. 16. Baltimore. S. 60.
13. Derselbe (1907), On the gross Development and Vascularization of the Testis. Americ. Journal of Anatomy. Vol. 6. S. 439.
14. His, W. (1880), Anatomie menschlicher Embryonen. I. Leipzig.
15. Hochstetter, F. (1890), Über die ursprüngliche Hauptschlagader der hinteren Gliedmasse des Menschen und der Säugetiere, nebst Bemerkungen über die Entwickelung der Endäste der Aorta abdominalis. Morph. Jahrb. Bd. 16. S. 300.
16. Derselbe (1892), Entwickelungsgeschichte des Gefässsystems. Ergebnisse der Anat. und Entwickelungsgesch. Bd. I. S. 696.
17. Derselbe (1894), Entwickelung des Venensystems der Wirbeltiere. Ergebnisse d. Anat. u. Entwickelungsgesch. Bd. 3. S. 460.
18. Derselbe (1903), Die Entwickelung des Blutgefässssystems (des Herzens nebst Herzbeutel und Zwerchfell, der Blut- und Lymphgefässe, der Lymphdrüsen und der Milz in der Reihe der Wirbeltiere). In Hertwigs Handbuch der vergl. u. experim. Entwickelungsgeschichte d. Wirbeltiere. Bd. III. Jena.
19. Janosik (1887), Zwei junge menschliche Embryonen. Arch. f. micr. Anat. Bd. 30. S. 559.
20. Koelliker, A. (1879), Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. 2. Aufl. Leipzig.
21. Kollmann, J. (1893), Abnormitäten im Bereich der Vena cava inferior. Anat. Anz. Bd. 8. S. 80.
22. Lockwood, C. B. (1885), On the Development of the Arteries of the Abdomen and their Relation to the Peritoneum. Proceedings of the Royal Society of London. Vol. 38. S. 8.
23. Mackay, J. Yule (1889), The arterial system of vertebrates homologically considered. Memoirs and Memoranda in Anatomy (herausgegeben von Cleland, Mackay und Young). Vol. I. S. 111. London.
24. Mall, F. P. (1891), A human embryo twenty-six days old. Journ. of Morphology. Vol. V.
25. Derselbe (1897), Development of the human coelom. Journ. of Morphology. Vol. XII. S. 395.
26. Derselbe (1898), Development of the ventral-abdominal Walls in Man. Journ. of Morphol. Vol. 14.
27. Owen, R. (1866 : 1), Anatomy of Vertebrates. Vol. I. Fishes and Reptiles.
28. Derselbe (1866 : 2), Anatomy of Vertebrates. Vol. II. Birds and Mammals.
29. Phisalix, C. (1888), Étude d'un Embryon humain de 10 millimètres. Arch. de Zool. exp. et gén. II. Série. Tome 6.
30. Pohlmann, Augustus G. (1905), A note on the developmental relations of the kidney and ureter in human embryos. John Hopkins Hospital Bulletin. Vol. 16. S. 49. Baltimore.

31. Schwalbe, G. (1878), Über Wachstumsverschiebungen und ihr Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems. Jenaer Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XII.

32. Tandler, Julius (1902), Zur Entwickelungsgeschichte der Kopfarterien bei den Mammalia. Morphol. Jahrb. Bd. 30. S. 275.

33. Derselbe (1903:1), Zur Entwickelungsgeschichte der menschlichen Darmarterien. Verh. d. Anat. Gesellsch. in Heidelberg. S. 132.

34. Derselbe (1903:2), Zur Entwickelungsgeschichte der menschlichen Darmarterien. Anat. Hefte. I. Bd. 23. S. 189.

35. Derselbe (1904), Über die Varietäten der Arteria coeliaca und deren Entwickelung, Anat. Hefte. I. Bd. 25. S. 475.

36. Thane, G. D. (1892), Angeology. In: Quains Elements of Anatomy. Vol. II. Part. II. London.

37. Theile, F. W. (1841), Sömmerings Lehre von den Muskeln und Gefässen, umgearbeitet von Theile. Bd. III. 2. S. 172. Leipzig.

38. Whittaker, Ch. R. (1905), A curious Abnormality of the Renal Arteries Journ. Anat. and Phys. Vol. 39 (N. Ser. Vol. 19). P. 4. S. 493.

39. Young, A. H. (1897), Abnormalities of the midde sacral Artery and their morphological Significance. Journ. Anat. and Phys. Vol. 31 (N. S. 11) P. 2. S. 169 oder in Studies in Anat. fr. Anat. Dep. of the Owens College. Vol. II. S. 41.

40. Young, A. H. and Robinson, A. (1898), The development and morphology of the vascular system in mammals. The posterior and of the aorta and the iliac arteries. Journal Anat. and Phys. Vol. 32 (N. S. Vol. 12). P. 3. S. 605 oder in Studies in Anatomy from the Anat. Department of the Owens College. Vol. II. Manchester 1900. S. 1.

41. Young, A. H. and Thompson, P. (1903, 1906), Abnormalities of the Renal Arteries. with Remarks on their Development and Morphology. Journal of Anat. and Phys. 1903. Oder in „Studies in Anatomy from the Anatomical Department of the University of Manchester. Vol. 3. 1906. p. 129.

42. Young, A. H. (1905), Observations on the lumbar Arteries. Journ. Anat. and Phys. Vol. 39. P. 3. S. 295 oder in Studies in Anatomy fr. the Anatom. Dep. of the University of Manchester 1906. Vol. 3. S. 283.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 407

Historik 408

Eigene Untersuchungen 427

Stadienbeschreibung der Zweige der Aorta abdominalis bei 41 menschlichen Embryonen 430

Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei 13 Erwachsenen 485

Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei den von mir untersuchten 41 menschlichen Embryonen 492

I. Die caudalen Zweige (sogenannte „Endzweige") der Aorta 492

II. Die Dorsalzweige der Aorta 499

III. Die Ventralzweige der Aorta 502

IV. Die Lateralzweige der Aorta 508

In welchen Weisen können Gefässwurzeln wandern? 515

Überblick über die Entwickelung der Zweige der menschlichen Bauchaorta 522

Das Schicksal der Dorsalzweige 524

Das Schicksal der Ventralzweige 525

Das Schicksal der Lateralzweige 531

Die Entwickelung der „Endzweige" 536

Ergebnisse 540

Tafelerklärung 546

Literaturverzeichnis 547

Aus dem anatomischen Institut der Universität zu Würzburg.
(Direktor: Prof. Dr. Ph. Stöhr.)

BEITRÄGE
ZUR
MIKROSKOPISCHEN ANATOMIE DER GALLENBLASE.

VON

J. SHIKINAMI
AUS SENDAI (JAPAN).

Mit 21 Figuren auf den Tafeln 42/45.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	555
Literaturübersicht	556
Eigene Untersuchungen	569
I. Schichten der Gallenblase	571
II. Das Epithel der Gallenblasenschleimhaut	578
III. Die Drüsen- und die Epithelbeobachtungen der Schleimhaut	587
Zusammenstellung der Resultate	592
Literaturverzeichnis	595
Figurenerklärung	598

Einleitung.

Obgleich im Laufe der Zeit eine nicht geringe Zahl von Arbeiten über die Anatomie der Gallenblase erschienen ist, so haben doch bisher manche histologischen Einzelheiten keine allgemein anerkannte Beschreibung gefunden und bedürfen einzelne Angaben über die funktionelle Bedeutung gewisser Elemente der Gallenblasenwand der Bestätigung resp. weiterer Aufklärung. Deshalb erscheint eine abermalige mikroskopische Untersuchung derselben durchaus erwünscht, zumal nur auf Grund einer genauen Kenntnis der normalen Verhältnisse die wichtigen pathologischen Veränderungen in richtiger Weise beurteilt werden können.

Herrn Professor Stöhr, welcher mir diese Aufgabe zur Bearbeitung überwies, erlaube ich mir, meinen ergebenen Dank für diese Anregung sowie dafür auszusprechen, dass er mir nicht allein die Mittel des Instituts zur Verfügung stellte, sondern auch in liebenswürdiger Weise den Gang meiner Untersuchungen mit Rat und Tat förderte. Ganz besonderen Dank sei aber Herrn Prosektor Dr. Alfred Sommer ausgesprochen, ohne dessen aufopfernde Tätigkeit es mir, dem Ausländer, unmöglich gewesen wäre, diese Arbeit durchzuführen und im vorliegenden Texte der Öffentlichkeit zu übergeben.

Dem Vorstande des Züricher anatomischen Instituts, Herrn Professor Dr. Ruge bin ich für die Überlassung von Präparaten zu ergebenem Dank verpflichtet.

Literaturübersicht.

Von den mir zugänglich gemachten Arbeiten erwähne ich an erster Stelle die Monographie Walters[1]). Nach demselben wird die Wand der Gallenblase von drei Häuten gebildet, einer Tunica externa, einer T. media s. nervea und einer T. interna s. vasculosa. Die Externa ist eine Fortsetzung des Peritoneum und beteiligt sich an dem Aufbau der Wandung nur soweit, als der Peritonealüberzug der Gallenblase reicht. Die Media ist stark und wird von vielen Arterien, Venen und Nerven durchsetzt, die auf diesem Wege zur inneren Haut gelangen. Letztere ist sehr gefässreich und erhebt sich in Form netzförmiger Falten, die gegen den Hals der Blase zunehmen und in eine spiralige Falte übergehen. Diese Sonderung der Elemente der Gallenblasenwand in drei Häute wird von Sömmering in seinem Lehrbuch angenommen: er nennt die T. interna auch Mucosa, da sie reichlich Schleim absondert. Gleichzeitig berücksichtigt Sömmering die mittlerweile erschienene Arbeit Meyers, der in umständlicher Weise den Verlauf der Muskelfasern beschrieben hatte, und rechnet letztere als zur T. media gehörig. Meyer glaubte zwei äussere Schichten von Kreisfasern, eine mittlere von schräg verlaufenden Fasern und

---

[1]) Hendrickson führt in seiner Publikation eine Angabe Duverneys (Oeuvres anatomiques Paris 1761 T. II. p. 234). Dieser Forscher unterschied bereits vier Häute der Gallenblasenwand, von denen die zweite die Muscularis darstellt. Die Fasern derselben verlaufen in longitudinaler, transversaler und schräger Richtung. — Leider konnte ich das Werk Duverneys nicht erhalten. Ebenso war es mir nicht möglich, die Arbeit Wilsons einzusehen, der nach Hendrickson 1829 behauptete, dass die Muskelfasern in der Wand der Gallenblase und der grossen Gallengänge nicht demonstriert seien.

eine innere von Längsfasern an der menschlichen Gallenblase gefunden zu haben.

Die gleiche Einteilung in drei Häute scheint auch Gerlach gelten lassen zu wollen. Koelliker fasst sich in seiner „Mikroskop. Anatomie" kurz, indem er sagt, dass an der Gallenblase unter dem Bauchfell eine zusammenhängende, zarte Muskellage vorkommt, deren Bündel sich in verschiedenen Richtungen kreuzen, jedoch besonders in der Länge und Quere verlaufen. Leydig sowie auch Toldt führen für die menschliche Gallenblase zwar eine dünne Muskelschicht an, lassen sich aber auf eine Sonderung der Wandung in einzelne Häute nicht ein. Schenk bleibt bei der alten Einteilung in Schleimhaut, Muskelschicht und Peritonealüberzug, während Frey in seinen „Grundzügen der Histologie" unter Weglassung des letzteren von einer (äusseren) Faserschicht, einer Schicht glatter Muskelfasern und einer (inneren) Schleimhaut spricht. Nimmt man zu dieser Dreiteilung noch die Serosa hinzu, so ergibt sich die Anzahl der Schichten, welche Cruveilhier und Sappey in ihren Lehrbüchern aufführen. Dieselbe Einteilung in vier Häute ergibt sich aus den Beschreibungen v. Ebners und Stöhrs, wenngleich sie bei ihnen nicht besonders hervorgehoben wird. In dem Handbuch des erstgenannten Autors handelt es sich übrigens offenbar um einen Druckfehler, wenn es heisst: „Die Gallenblase besitzt zwischen dem Bauchfellüberzug und dem reichlichen subserösen Gewebe eine zarte Muskellage." Auch Sudler unterscheidet vier Häute und nennt sie Mucosa, Fibromuscularis, Subserosa und Serosa.

Fassen wir das, was wir soeben von den Angaben über die Schichten der Gallenblasenwand referierten, nochmals kurz zusammen, so wäre folgendes zu berichten. Von den bisher erwähnten Autoren unterschieden die älteren (bis Sömmering mit Ausnahme von Duverney) drei Häute, während die Mehrzahl der neueren Autoren auf Grund der durch die

vollkommenere Technik ermöglichten genaueren Forschung die T. media derselben in zwei Schichten auflösten, die Subserosa (äussere Faserschicht) und die Muskelschicht, mithin eine Sonderung in vier Häute bewerkstelligten.

Diese Einteilung stützt sich, soweit die neueren Autoren in Frage kommen, auf das mikroskopische Bild, welches letztere von ihren Präparaten empfingen. Derselben ist die von Henle inaugurierte Einteilung in zwei Häute gegenüberzustellen, welche von Luschka, Hering, Deutsch, Krause und Frey (Handbuch) akzeptiert wurde. Henle beobachtete, dass die äussere Faserschicht in ihrem inneren Abschnitt am lockersten ist und von innen nach aussen an Festigkeit zunimmt. Infolgedessen gelingt es leicht, dieselbe von dem übrigen Teil der Wandung zu trennen. Dementsprechend unterschied Henle eine innere Haut, die sich mikroskopisch als „eine besondere Art muskulöser Schleimhaut erweist" und eine äussere, an welche sich in dem Teil der Gallenblase, welche mit Bauchfell bekleidet ist, die Serosa anschliesst.

Statt der fast allgemein üblich gewordenen Einteilung der Gallenblasenwand in vier Schichten empfiehlt Aschoff neuerdings eine solche in fünf. In Übereinstimmung mit Henle weist dieser Autor darauf hin, dass infolge des lockeren Aufbaues der Subserosa die Serosa sich unter normalen Verhältnissen leicht von der übrigen Gallenblasenwand abziehen lasse. Letztere teilt Aschoff ein in die Schleimhaut, die Muskelhaut und die Tunica fibrosa. Diese bisher nicht besonders angeführte Tunica fibrosa ist nach ihm eine sehr schmale Bindegewebsschicht, welche der Muskelhaut fest anliegt und von dem subserösen fetthaltigen Bindegewebe mehr oder weniger gut zu trennen ist. Sie enthält das Hauptgefässnetz und die Nerven und stellt nichts anderes vor als eine äussere Verdichtung des intermuskulären Bindegewebes. Bei der Unterscheidung dieser Schicht leiten Aschoff neben dem normalen

Verhalten der Gallenblasenwandung besonders Erwägungen, zu welchen Untersuchungen an erkrankten Gallenblasen den Anlass bieten. Die Tunica fibrosa bildet nach Aschoff „einen wichtigen Bestandteil der Gallenblasenwand, da sie es ist, welche durch starke Verdickung und Zunahme ihres elastischen Fasernetzes drohenden Perforationen vorzubeugen sich bestrebt und da sich gerade in ihr bestimmt lokalisierte Entzündungsprozesse abspielen".

Der jeweilige Zustand der mikroskopischen Technik bringt es mit sich, dass das Studium der feineren histologischen Einzelheiten erst relativ spät in Angriff genommen werden konnte und die anfänglichen Kontroversen einer genaueren Kenntnis von dem Bau der Gallenblase Platz machen. Abgesehen von der Technik ist es gerade die Untersuchung der menschlichen Gallenblase, welche den Forschern grosse Schwierigkeiten bereitete. Wie z. B. Sudler hervorhebt, verändern sich die Gewebe der Gallenblase durch Gallenfärbung und Maceration bereits wenige Stunden nach dem Tode, die Schleimhaut schwindet 5—6 Stunden p. mort. und die Kerne färben sich nicht mehr (Krause). Unter diesen Umständen ist das Studium der menschlichen Gallenblase auf das Material angewiesen, welches bei den Sektionen Hingerichteter, also bald nach dem Tode fixiert wurde und welches die neuerdings zahlreicheren chirurgischen Operationen lieferten. Das letztere ist aber begreiflicherweise bezüglich der normalen Verhältnisse nicht einwandfrei. Es ist mithin unerlässlich, namentlich für cytologische Untersuchungen, die tierischen Gallenblasen zu berücksichtigen und die bei denselben gewonnenen Resultate mit den bei der menschlichen gemachten Beobachtungen zu vergleichen. Jedoch auch hier stellen sich dem Forscher Hindernisse in den Weg, die die Untersuchung bedeutend erschweren: nicht jedes Fixationsmittel ist geeignet, die Gewebe des lebensfrisch in dasselbe gebrachten Organs tadellos zu erhalten. Diese Bemerkungen

sende ich der Übersicht über die Angaben voraus, welche die Forscher über die Ergebnisse ihrer Untersuchungen gemacht haben. Sie werden der Kritik derselben förderlich sein.

Betreffs der Mucosa ist es nur Toldt, der von einer scharfen Sonderung in Tunica propria und Submucosa spricht. Stöhr hingegen gibt an, dass der Muskellage nach innen die Tunica propria aufliegt. Sudler, welcher die Gallenblase von Hunden, Schweinen, Katzen, Rindern und auch des Menschen untersuchte, will eine unvollständige Muscularis mucosae beobachtet haben. Im allgemeinen schildern die Autoren, sofern sie nicht auch die Muskellage zu der Mucosa rechnen, die letztere übereinstimmend als aus Epithel und straffem Bindegewebe bestehend, die sich zu anastomosierenden Falten erheben. Nur Janowski nennt das Bindegewebe festgefasert, während Sudler sagt, die Falten der Schleimhaut bedecken entsprechende Firsten der Fibromuskularis. Mit Rücksicht hierauf ist zu erwähnen, dass nach Janowski glatte Muskelfasern in den Falten fehlen.

Nach den grundlegenden Untersuchungen von Virchow wird von den Autoren übereinstimmend angegeben, dass das Epithel der Mucosa der menschlichen Gallenblase aus hohen zylindrischen kernhaltigen Zellen besteht — der Kern liegt meist in der unteren Hälfte der Zellen. Der in erregtem Tone geführte Streit zwischen Virchow und Henle, ob die Epithelzellen Kerne enthalten oder nicht, wird zugunsten Virchows geschlichtet. Mit Rücksicht hierauf und auf die vorangeschickten Bemerkungen lässt sich die Angabe v. Ebners verstehen, nach welcher die Kerne nicht immer deutlich sind. Virchow, der die Gallenblase bei Menschen (Erwachsenen und Kindern), bei Hunden und Katzen untersuchte, beschrieb zuerst einen breiten, hellen, radiär gestreiften Saum, den die Epithelzellen der Gallenblasenschleimhaut an ihrer freien Oberfläche tragen. Dieser Saum entspricht nach ihm dem von Koel-

liker an den Epithelzellen des Darms gesehenen und kann namentlich beim Hunde gut beobachtet werden. Virchows Entdeckung wurde von anderen Autoren bestätigt und ist seitdem als Tatsache in die meisten Lehrbücher übergegangen. Nur Stöhr erwähnt dieses Saumes nicht, während Böhm und Davidoff angeben, dass er fehle oder nur schwach angedeutet sei. In gewissem Gegensatz zu Virchow stellen sich Steiner und Aschoff. Ersterer fand keinen Cuticularsaum, „höchstens bei starker Vergrösserung den der freien Oberfläche zugekehrten Abschnitt der Zelle leicht doppelt conturiert“ Aschoff konnte weder an frischen noch an gefärbten Präparaten einen Cuticularsaum erkennen, „höchstens Andeutungen einer stärker lichtbrechenden Begrenzung der freien Oberfläche.“ Cabibbe behauptet, dass die Epithelzellen bei Meerschweinchen, Kaninchen, Maus und Hund einen gestreiften Saum nicht besitzen. — Mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche der gestreifte Saum für sich in Anspruch nehmen darf, sollen folgende Angaben Leydigs, Friedreichs und Virchows nicht unerwähnt bleiben. Nach dem erstgenannten Forscher wimpern die Epithelzellen der Gallenblasenschleimhaut bei Fröschen im Embryonalzustande, bei Petromyzon jedoch zeitlebens. Friedreich fand die Epithelzellen der Gallenblase und der grossen Gallengänge eines $3^1/_2$-monatlichen Rindsembryo, sowie — in ähnlicher Weise — eines 3—4-monatlichen menschlichen Fötus mit ziemlich breiten Säumen besetzt, die Streifungen erkennen liessen: es machte den Anschein, als bestände der Saum aus verklebten Cilien oder sei im Begriff, in solche sich zu teilen. Leydig, dem Friedreich seine Präparate zeigte, konnte sich nicht gegen eine solche Deutung aussprechen. In einer Nachschrift zur Arbeit Friedreichs bemerkt Virchow, dass der Anschein getrennter Cilien an den gestreiften Säumen der Epithelzellen der Gallenblase ungleich deutlicher hervortrete als an denen des Darmes. Untersuchte Virchow die Epithelzellen

in der Gallenblasenflüssigkeit, so erschien der Saum zunächst als glatter Rand und wurde dann gezähnelt. Bisweilen entfernten sich einzelne dieser Zähne und Stäbchen so sehr voneinander, dass Virchow an die Cilien von Flimmerepithelzellen erinnert wurde. Es entstanden Formen, die mit den von Brettauer und Steinach abgebildeten tierischen Darmepithelzellen übereinstimmen.

Gleich wie Koelliker und die letztgenannten Autoren betreffs des Darmkanals bringt Virchow den längsgestreiften Cuticularsaum der Epithelzellen der Gallenblase in Beziehung zur Fettresorption und glaubt einen „intermediären Stoffwechsel des Fettes“ konstatiert zu haben: ein Teil des Fettes der Galle wird von den Epithelzellen wieder resorbiert. Er wird zu diesem Schluss durch die Bilder gedrängt, welche ihm seine mikroskopischen Präparate darbieten. Deutsch, der im Laboratorium R. Virchows arbeitete, sah ebenfalls den feingestreiften Cuticularsaum an den Cylinderepithelien der Gallenblasenschleimhaut und meinte sich den Analogieschluss erlauben zu dürfen: feingestreifter Cuticularsaum, deshalb auch Fettresorption wie im Dünndarm. Die Mitteilung Virchows berücksichtigte Steiner, konnte aber Fetttröpfchen in den Epithelzellen nicht nachweisen und erklärt diesen negativen Befund als mögliche Folge der Alkoholbehandlung seiner Präparate. Sudler bestreitet den Vorgang einer Fettresorption an den Gallenblasenepithelien, während Aschoff die Angabe Virchows vollauf bestätigt und meint, dass physiologischerweise, wahrscheinlich durch Stauung begünstigt, eine starke Fettresorption seitens der Epithelien stattfindet. Nach Aschoff werden nicht alle Epithelzellen im gleichen Stadium der Resorption angetroffen, viele sind ganz frei von Fett; immer sind es nur inselförmige Bezirke, welche die Fettresorption zeigen. Mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche diesem Prozess zugeschrieben werden muss, ist es zu bedauern, dass Aschoff

in seiner kurzen Abhandlung nicht die Methoden angibt, mit Hilfe derer seine Präparate angefertigt wurden. In den meisten Lehr- und Handbüchern hat die Angabe Virchows keine Aufnahme gefunden. Soweit mir bekannt, erwähnt ihrer nur Frey.

Sowohl Steiner als auch Aschoff fanden im Epithel der Gallenblase Zellen, die seitlich zusammengedrückt sind und deren Kerne sich etwas dunkler färben (Stiftkerne). Dieselben Autoren sahen auch im Epithel Leukocyten, die auf der Durchwanderung begriffen sind. Auffallend ist es, dass nur Toldt den Befund von Becherzellen erwähnt, die zwischen den Epithelzellen eingestreut sind. Freilich lässt die Angabe Virchows, er habe zwischen den gewöhnlich körnigen Epithelzellen in oft regelmässigen Abständen hellere, wie blasig aussehende Gebilde von etwas grösserem Umfange gesehen — die Annahme zu, dass auch er Becherzellen vor sich gehabt hat. Nach Sudler fehlen Becherzellen.

Obgleich bereits Sömmering darauf aufmerksam macht, dass die Schleimhaut der Gallenblase reichlich Schleim absondere und Luschka darauf hinweist, dass der eminente Reichtum der Gallenblase namentlich an Blutgefässen zu der Annahme berechtigt, die Gallenblase sei nicht bloss Reservoir, sondern eine Bildungsstätte für gewisse Bestandteile der Galle, insbesondere der schleimigen Stoffe, so finde ich, wenn ich von einigen vielleicht hierher gehörigen Angaben absehe, Beobachtungen über in den Epithelzellen der Mucosa stattfindende Secretionsprozesse allein in der Arbeit von Aschoff. In der Gallenblase eines Hingerichteten fand dieser Forscher nur „vereinzelte Epithelzellen, deren Leib ganz mit wabigen, mit Mucicarmin tiefrot gefärbten Schleimmassen erfüllt war“, in entzündeten Gallenblasen dagegen beobachtete er eine sehr starke Schleimbildung innerhalb der Epithelzellen der Oberfläche. Nach Aschoff sind die nichtresorbierenden und nichtsecer-

nierenden Epithelzellen mit einem hellen Protoplasma versehen. „Ob dieses auch secerniert, vielleicht eine besondere Art Schleim, welche die gewöhnlichen Reaktionen nicht gibt“, konnte er bis jetzt nicht entscheiden. Mit Rücksicht auf diese Angabe sei daran erinnert, dass nach den Untersuchungen von Paijkull (citiert nach v. Ebner) „der sogenannte Schleim der Galle grösstenteils nicht aus echtem Mucin, sondern, wie es scheint, aus einem mucinähnlichen Nucleoalbumin besteht“.

Für die Secretion kommen weiter die in der Mucosa der Gallenblasenwand enthaltenen Drüsen in Betracht. Gewöhnlich wird die erste Beschreibung dieser Drüsen Luschka zugeschrieben. Das ist aber, wie mir scheint, nur insofern berechtigt, als dieser Forscher dieselben zuerst abgebildet hat. Im übrigen wird der Befund von Drüsen schon vor der Publikation Luschkas in dem Handbuch von Cruveilhier erwähnt. Vicq d'Azyr und vor ihm Ruysch, Bianchi, Winslow, Lieutaud, Haller, Gerlach u. a. kannten sie bereits. Freilich sind diese Angaben wohl kaum auf normale Gallenblasen zu beziehen, da Vicq d'Azyr schreibt, er habe sie zahlreich am Halse, jedoch auch in der ganzen Ausdehnung der Wand der Gallenblase gesehen, und Gerlach ebenfalls von zahlreichen Schleimdrüschen spricht. An normalen menschlichen Gallenblasen ist, wie Luschka gezeigt hat, ihre Zahl eine geringe, im allgemeinen 6—15, mitunter aber auch nur 3—4. Dies mag der Grund sein, weshalb Theile die Existenz dieser Drüsen verneinte, Wedl sie an der Gallenblase des Menschen, des Hundes und der Kuh nicht nachweisen konnte, Koelliker sie bei zwei menschlichen Gallenblasen nicht fand. Letzterer Forscher konnte sich nach dem Erscheinen der Arbeit Luschkas von der Existenz der Drüschen überzeugen, meinte aber, dass sie beim Menschen in der Norm nicht immer vorkommen. Die gleiche Meinung tritt auch bei den späteren Autoren mitunter auf (Janowski,

v. Ebner). Sappey gibt an, dass, während die Drüsen beim Menschen in der Norm sehr wenig entwickelt sind, sie beim Schwein mit blossem Auge oft wahrgenommen werden können. Besonders gross sind sie nach Sappey beim Ochsen, gut entwickelt aber auch beim Hunde und Kaninchen. Die geringe Grösse der Drüsen und ihre beschränkte Anzahl sowie der Umstand, dass ihr Auffinden eben deshalb zeitraubend ist, müssen als Ursachen angesehen werden, dass die Angaben der einzelnen Autoren (Zenker, Schiff, Müller u. a.) sehr verschieden lauten. Immerhin wird fast übereinstimmend angegeben, dass die Drüsen in den Fällen, in welchen sie beim Menschen beobachtet wurden, ihren Sitz in der Nähe des Halses der Gallenblase hatten. Nach der ersten Mitteilung Luschkas handelt es sich um Drüsen von acinösem Bau, an denen eine strukturlose Grundmembran nachgewiesen werden konnte. Das Epithel konnte Luschka nicht erkennen. Bisweilen beobachtete er infolge von Verstopfung der Ausführungsgänge, welche in schiefer Richtung die Schleimhaut durchbohren, eine cystische Umbildung der Drüschen. Diese Beschreibung Luschkas kehrt in den Mitteilungen späterer Autoren wieder. Doch fehlt es nicht an Angaben, die das Vorkommen von tubulösen Drüsen verzeichnen (Hyrtl, Schiff, Bolay, Sudler u. a.). In die Frage von den Drüsen der normalen und der erkrankten Gallenblase die nötige Klärung gebracht zu haben, ist das Verdienst Aschoffs.

Dieser Forscher weist mit aller Schärfe darauf hin, dass an der normalen Gallenblase des Menschen echte einfache oder verzweigte Drüsen sich nur im Blasenhals vorfinden. Abweichend von Luschka schreibt Aschoff diesen Drüsen einen tubulösen Bau zu. Die cylindrischen Epithelzellen derselben zeigen teils grobwabiges, kaum gefärbtes Protoplasma mit basalem platt gedrücktem Kern, teils nähern sie sich in ihrem Aussehen den Zellen der Schleimhautoberfläche. Eine

sichere Schleimreaktion konnte Aschoff an Präparaten, die von normal zu nennenden Gallenblasen stammten, nicht erzielen, doch will er „ihr Vorkommen nicht leugnen, da unter pathologischen Verhältnissen diese Schleimreaktion oft auf das schärfste hervortritt.“ Neben diesen echten Drüsen kommen in der Wandung normaler Gallenblasen noch andere Gebilde vor, die von den Autoren (Müller, Bolay u. a.) fälschlich als Drüsen aufgeführt werden. Nach Aschoff gibt es nämlich auch in ganz normalen Gallenblasen wirkliche bis in die Muskelschicht reichende Ausbuchtungen des Oberflächenepithels, oft in deutlicher Beziehung zu den Gefässdurchtritten durch die Muskelhaut.“ Nicht selten sind die Gefässlücken auffallend weit und die Epitheleinsenkungen durchdringen alsdann die ganze Muscularis. Dieses Gebilde, die unter pathologischen Verhältnissen auffallend stark hervortreten und nachweisbar vermehrt sind, sind es, die, von einzelnen Autoren, die pathologisch-anatomisches Material untersuchten, als Drüsen angeführt worden sind. Diese Gebilde bezeichnet Aschoff als Luschkasche Gänge, jedoch, wie ich gleich zeigen werde, mit Unrecht. Die von ihm angezogene Stelle aus Luschkas „Anatomie des menschlichen Bauches“ kann meiner Ansicht nur eine Deutung zulassen, sie lautet wörtlich: „Eine offene Zusammenmündung dieser Röhren mit irgendwelchem Raume habe ich nicht gefunden und bin der Meinung, dass sie der Wand der Gallenblase anhaftende, metamorphosierte Reste derjenigen embryonalen Grundlage darstellen, aus welcher die Leberzellennetze hervorgegangen sind.“ Eine ähnliche Beschreibung dieser Röhren findet sich auch bei Henle und Krause. Auf die Angabe „eine offene Zusammenmündung“ ist das Gewicht zu legen, Luschka kennt offenbar nicht die Gebilde, welche Aschoff schildert. Soweit mir bekannt, ist es nur Cabibbe, der einige Jahre früher in übrigens ungenügender Weise von Epitheleinsenkungen der Gallenblasen-

schleimhaut der von ihm untersuchten Tiere spricht. Will man also die von Aschoff zuerst genau beschriebenen und in ihrer Bedeutung gewürdigten Gebilde mit dem Namen eines Autors belegen, so kann es nur der des verdienstvollen Freiburger Pathologen sein. — Über die Ansicht Testuts von einer Secretion der Fetttröpfchen seitens der Schleimhautepithelzellen (citiert nach Aschoff) konnte ich mich leider nicht direkt informieren, da mir das betreffende Werk nicht zugänglich gemacht werden konnte.

Wie schon aus dem Vorhergehenden ersichtlich geworden, muss der Muscularis der Gallenblase eine nicht geringe Bedeutung zugeschrieben werden. Nachdem das Vorkommen von glatten Muskelfasern in der Wandung der letzteren auch mikroskopisch von Koelliker sicher gestellt worden war, finden sich in den verschiedenen Abhandlungen und Lehrbüchern Angaben über die Verlaufsrichtung der Muskelbündel. Im allgemeinen wird dieselbe stets übereinstimmend angegeben: Hendrickson hat sie in einer besonderen Arbeit behandelt. Nach ihm zieht sich die Mehrzahl der Bündel in querer Richtung (mit Beziehung zur Längsachse der Gallenblase), während longitudinale und schräg verlaufende Bündel sich mit ihnen verflechten. Sudler fand, besonders beim Schwein und Ochs, im inneren Abschnitt der Muscularis wenig, im äusseren dagegen mehr Muskelfasern. Aschoff hebt hervor, dass die Grenze zwischen Mucosa und Muscularis unter normalen Verhältnissen keine ganz scharfe sei und macht damit die Mitteilungen Steiners und Sudlers verständlich. Steiner fand einen circulär verlaufenden Zug glatter Muskelfasern in der Tunica propria, der bis nahe an das Epithel reicht, während Sudler von einer Muscularis mucosae spricht.

Zwischen den Muskelbündeln findet sich spärliches Bindegewebe mit einzelnen Rundzellen und Mastzellen (Aschoff). Dieser Gehalt der Muscularis an Bindegewebe, welcher nach

den Angaben der Autoren wechselt, veranlasst Sudler, die Schicht Fibromuscularis zu nennen. Aschoff allein macht auf die Bedeutung der ungleich weiten Gefässlücken aufmerksam, welche die Muscularis durchsetzen. Die den Muskelbündeln nach aussen unmittelbar anliegende Lage dicker Faserbündel enthält zarte elastische Fasern und führt das Hauptgefässnetz und die Nerven. Sie wird, wie schon erwähnt, von Aschoff als besondere Schicht, Tunica fibrosa, angeführt.

Die Subserosa und die Serosa beanspruchen kein weiteres Interesse. Zu erwähnen wäre, dass nach Aschoff die Serosa „durch den elastischen Grenzstreifen" für spätere Grenzbestimmungen in Verwachsungen gekennzeichnet ist.

Betreffs der Versorgung der Gallenblase mit Blut- und Lymphgefässen, sowie mit Nerven finden sich gelegentliche Angaben in den Arbeiten einzelner Autoren. Speciell die Gefässe untersuchten Deutsch und Sudler. Die Nerven der Gallenblase von einigen Wirbeltieren behandelte L. Gerlach, den Bau der Ganglien der Gallenblase des Menschen und der Säugetiere machte Dogiell zum Gegenstand einer Untersuchung. Ich gehe auf die in diesen Arbeiten niedergelegten Resultate nicht näher ein, da sie, wie sich sogleich zeigen wird, dem Gebiete fern liegen, auf welches ich meine Aufmerksamkeit konzentrierte.

Am Schlusse dieser Literaturübersicht kann ich nicht umhin darauf hinzuweisen, dass in einzelnen Lehrbüchern der Anatomie und Compendien der Histologie der Schilderung der in praktischer Beziehung wichtigen Struktur der Gallenblase nur ein äusserst geringer Raum geschenkt wird. Am weitesten geht Orth, der in seinem „Cursus der normalen Histologie" die Gallenblase überhaupt nicht behandelt.

Eigene Untersuchungen.

Meine Literaturübersicht zeigt, dass wir von der Mucosa und den sich nach aussen an die Muscularis anschliessenden Bindegewebslagen bis jetzt keine genügende Kenntnis besitzen. Insbesondere sind es die in den Epithelzellen sich abspielenden Vorgänge, sowie die eigentümlichen, zuerst von Aschoff genauer geschilderten Beziehungen der Mucosa zur Muscularis, welche zu einer erneuten Forschung auffordern. Eine Klärung dieser Fragen zu fördern, ist die Aufgabe, welche mir Herr Professor Stöhr gestellt hat.

Mit Rücksicht auf die bereits angegebenen Gründe habe ich mich nicht auf die Untersuchung der menschlichen Gallenblase (Erwachsener, Neugeborener, eines $4^1/_2$- und eines 7-monatlichen Fetus) beschränkt, sondern, soweit das Material zu erlangen war, einige Wirbeltiere berücksichtigt (Triton cristatus, Schildkröte, Schwein, Schaf, Kalb, Kaninchen, Hund und Katze). Hierbei wurde ich aber bald gewahr, dass auch die Fixierung lebensfrischer Gallenblasen oft seine grossen Schwierigkeiten aufweist. Trotz sorgfältiger Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln wollte es nicht immer gelingen, von dem verarbeiteten Material Schnitte zu bekommen, die den Anforderungen genügten. So war es namentlich die Färbbarkeit, welche oft sehr zu wünschen übrig liess. Ferner hatte sich nicht selten das Epithel in zusammenhängenden Lagen abgehoben und waren die einzelnen Schichten der Gallenblasenwand voneinander getrennt. Die brauchbarsten Schnitte erhielt ich, wenn ich in folgender Weise verfuhr.

Die aus dem Körper sofort nach dem Tode entfernte Gallenblase der Tiere, sowie die bei der Sektion erhaltenen menschlichen Gallenblasen wurden, ohne sie aufzuschneiden, in Zen-

kersche Flüssigkeit gebracht. Nach einer Stunde (bei der Gallenblase des Kaninchens nach 15 Stunden) wurden die Gallenblasen in der Längsrichtung eröffnet und verblieben alsdann bis zum Ablauf von 24 Stunden in der Zenkerschen Flüssigkeit. Nachdem sie nunmehr unter fliessendem Wasser ausgewaschen waren, kamen sie in die aufsteigende Alkoholreihe. Die Gallenblasen der kleinen Wirbeltiere (Triton, Schildkröte, sowie der menschlichen Föten) wurden während des Verweilens in der Fixierungsflüssigkeit nicht angeschnitten. Stückchen, die ich in möglichst senkrechter Richtung, zur Längsachse der Gallenblase, aus derselben herausschnitt, wurden in Paraffin oder Celloidin eingebettet. Die Paraffinschnitte hatten in der Regel eine Dicke von 5—7,5 μ, die Celloidinschnitte eine solche von 12,5. Zur Färbung benutzte ich eine ganze Reihe von Methoden. Am meisten bewährten sich die nach van Gieson und die Hämatoxylin-Eisenlackfärbung M. Heidenhains. Aber auch alle gangbaren Methoden der Schleimfärbung wurden benutzt, im besonderen mit Delafields Hämatoxylin, Mucicarmin, Mucihämatin oder in der von Disse[1]) angegebenen Weise mit S-Rubin gefärbt.

Entsprechend den schon angedeuteten Gesichtspunkten, von welchen meine Untersuchungen ausgingen, teile ich die Beschreibung meiner Präparate ein in eine solche:

I. welche die Schichten der Gallenblasenwand, im besonderen die Fibrosa Aschoffs berücksichtigt.

II. welche das Verhalten der Epithelzellen der Schleimhaut und die sich in ihnen abspielenden Vorgänge schildert.

III. welche das Vorkommen von echten Drüsen und der zuerst von Aschoff gewürdigten Beziehungen zwischen Mucosa und Muscularis (die Luschkaschen oder — richtiger — die Aschoffschen Gänge) behandelt.

---

[1]) Disse, Untersuchungen über die Durchgängigkeit der jugendlichen Magendarmwand für Tuberkelbacillen. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 1. 1903.

I. Schichten der Gallenblase.

Aus Zweckmässigkeitsgründen teile ich für die Beschreibung die Wandung der Gallenblase in zwei Hauptabschnitte ein: einen inneren und einen äusseren. Als Grenze zwischen beiden nehme ich die bei allen Gallenblasen stets scharf ausgeprägte äussere Oberfläche derjenigen Schicht an, welche sich durch ihren mehr oder minder grossen Gehalt an glatten Muskelfasern als Muscularis kennzeichnet.

Die Struktur des äusseren Hauptabschnittes ist bei den Gallenblasen, welche ich untersuchte, eine sehr verschiedene. Eine Teilung desselben in einzelne Schichten oder Häute lässt sich nicht immer durchführen. Am einfachsten sind die Verhältnisse bei Triton und bei der Schildkröte. Bei ersterem folgt auf die nach aussen wohl abgegrenzte Muscularis eine dichte Schicht ziemlich derber Bindegewebsbündel, die an ihrer äusseren Oberfläche vom Peritonealepithel überzogen ist. Bei der Schildkröte, bei welcher, wie weiter unten näher ausgeführt wird, die Mucosa von der Muscularis nicht getrennt werden kann, schliesst sich an die äussere Grenze der letzteren eine verschieden breite Lage zarter Bindegewebszüge von lockerem Gefüge. Bei diesen beiden Tieren kann mithin ausser einer Mucosa und einer Muscularis nur eine bindegewebige Hülle, eine Externa, unterschieden werden. In gleicher Weise wie bei der Schildkröte verhielt sich das Bindegewebe auch bei der Gallenblase eines $4^1/_2$ monatlichen menschlichen Fetus.

Bei den anderen untersuchten Tieren sowie bei einem siebenmonatlichen menschlichen Fetus und dem erwachsenen Menschen ist eine Sonderung dieses Bindegewebes in einzelne Schichten am mikroskopischen Bilde vielfach leicht zu bewerkstelligen, da grössere oder geringere Fettansammlungen oder deutliche Unterschiede in dem Gefüge der Bindegewebsbündel sowie in der Stärke derselben Anhaltspunkte liefern.

Jedoch ist das Aussehen dieses Bindegewebes nicht überall ein gleichartiges. Es wechselt nicht allein bei den verschiedenen Tieren und dem Menschen, sondern auch innerhalb der einzelnen Bezirke derselben Gallenblase.

Wo Fettablagerungen vorhanden sind, da finden sie sich meist in der mittleren Lage des Bindegewebes. In diesen Fällen folgt auf die Muscularis eine dichte Schicht derber Bindegewebsbündel, die mit dem intermuskulären Bindegewebe zusammenhängen. An sie schliesst sich eine Schicht locker gefügter Bündel. Dieselben kreuzen sich und bilden ein Netzwerk, in dessen Maschen wechselnde Mengen von Fettzellen gelagert sind. Den äusseren Abschluss der Gallenblasenwand stellt eine Schicht derber Bindegewebsbündel dar, die dicht beieinander liegen. In dieser Weise repräsentiert sich das nach aussen von der Muscularis gelegene Bindegewebe beim Kalb (Fig. 1) und meist beim erwachsenen Menschen, an einzelnen Stellen der Gallenblase auch beim Schwein und erwachsenen Hunde. Infolge der durch die Fettablagerung bedingten Auflockerung der mittleren Lage dieses Bindegewebes können ohne weiteres drei Schichten unterschieden werden: eine Fibrosa (im Sinne Aschoffs), eine Subserosa und eine Serosa. Es muss aber hervorgehoben werden, dass die Bindegewebsbündel der Subserosa nicht überall, auch nicht stets beim Menschen, so zart sind, wie Aschoff sie von letzterem abgebildet hat. Vielmehr sind sie nicht selten beim Menschen so derb, wie sie Fig. 1 vom Kalbe zeigt.

Die gleiche Sonderung in drei Häute ist möglich, wenn in der mittleren Lage des Bindegewebes die Bündel desselben durch mehr oder weniger grosse Zwischenräume voneinander getrennt sind. Ein derartiges Verhalten findet sich stets bei der neugeborenen Katze und bei dem siebenmonatlichen menschlichen Fetus, an den meisten Stellen der Gallenblase des neugeborenen und erwachsenen Hundes, bisweilen auch bei der erwachsenen Katze und beim erwachsenen Menschen (Fig. 2).

Fig. 1.
Kalb $\frac{63}{1}$



Fig. 3.
Erwachsener Mensch

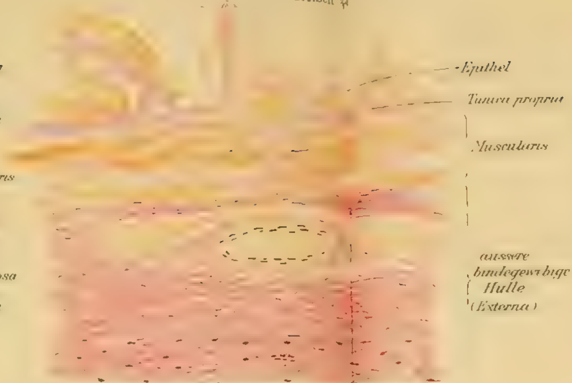


Fig. 4.
Schildkröte $\frac{760}{1}$

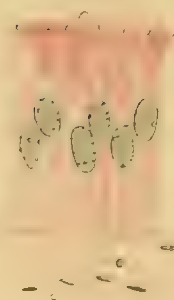


Fig. 5.
Schildkröte $\frac{760}{1}$



Fig. 2.
Erwachsener Mensch $\frac{63}{1}$

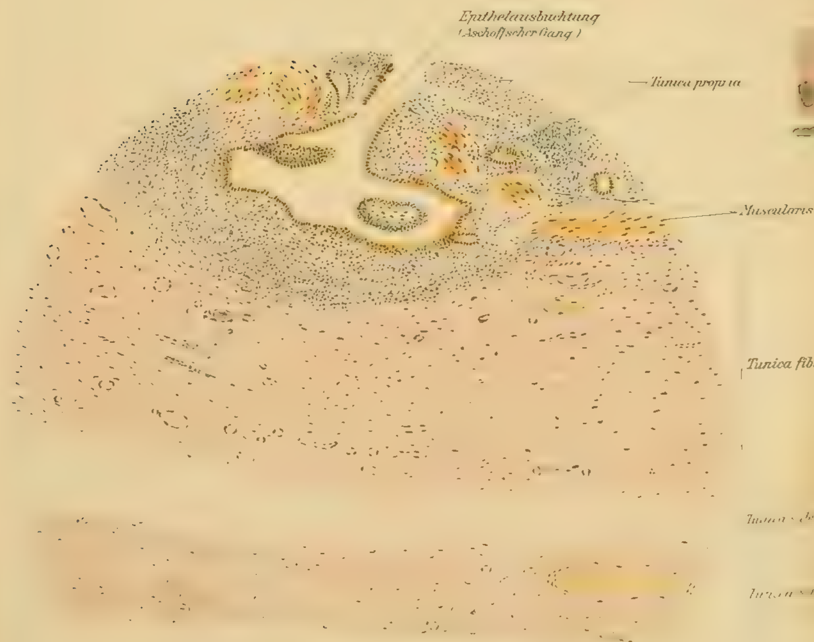


Fig. 6
Schwein $\frac{760}{1}$

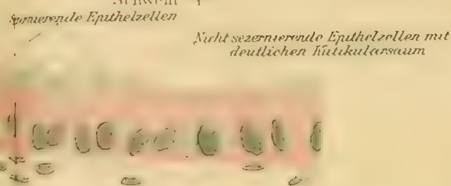


Fig. 7
Schwein $\frac{760}{1}$



Fig. 8.
Schwein $\frac{760}{1}$



Fig. 9



In diesen Fällen zeigt die Fibrosa eine verschiedene Mächtigkeit. Die kolossale Breitenausdehnung, die an Schnitten einer menschlichen Gallenblase (Fig. 2) beobachtet wurde, dürfte in einer Erkrankung derselben ihre Erklärung finden: Angaben über dieselbe konnten nicht ermittelt werden.

Eine Mittelstellung zwischen dem letzterwähnten und dem oben für die Schildkröte und einem $4^1/_2$ monatlichen menschlichen Fetus angegebenen Verhalten nimmt das Bindegewebe beim Kaninchen ein. Bei diesem Tier zeigt eine relativ breite Schicht, die sich nach aussen unmittelbar an die Muscularis anschliesst, ein recht lockeres Gefüge der Bindegewebsbündel und enthält kein Fett. Auf dieselbe folgt eine schmale Schicht dicht beieinander liegender derber Bündel. Es handelt sich also bei diesem Tier um eine Subserosa und eine Serosa.

Beim Schaf findet sich stellenweise Fettablagerung im Bindegewebe, stets aber im direkten Anschluss an die Muscularis: mithin kann hier nur eine Sonderung in Subserosa und Serosa erfolgen. Meist bildet bei diesem Tier sowie dem Schwein und der erwachsenen Katze das nach aussen von der Muscularis gelegene Bindegewebe eine völlig gleichförmige dichte Schicht derber Bündel, die sich mannigfaltig verflechten. Dasselbe Verhalten findet sich bisweilen auch beim neugeborenen und erwachsenen Hunde und beim erwachsenen Menschen (Fig. 3). Es liegen in diesen Fällen ähnliche Verhältnisse vor, wie sie oben vom Triton geschildert wurden.

Die Hauptstämme der Blutgefässe befinden sich dort, wo eine Fibrosa ausgebildet ist, vorwiegend in derselben. Doch kommt es gar nicht selten, auch beim Menschen, vor, dass sie in der Subserosa ihren Verlauf nehmen, während nur Blutgefässe von geringerem Kaliber in der Fibrosa vorhanden sind. Bemerkenswert ist immerhin, dass in diesen Fällen die sehr starke Adventitia der Gefässe mit dem Teile ihrer Peripherie, welcher der Fibrosa zugekehrt ist, oft sich unmittelbar an die

letztere anschliesst. Abgesehen von dieser Einschränkung stimmen meine Beobachtungen mit den Angaben Aschoffs überein. Vielfach bewirken die grossen Gefässe, welche ganz in der Fibrosa liegen, eine mehr oder weniger starke Vorbuchtung derselben nach aussen gegen die Subserosa. Weit ausgedehnte Lymphgefässe finden sich stets in dem äusseren Bindegewebe der Gallenblase, bei einer Dreiteilung desselben vorwiegend in der Subserosa und Serosa.

Der innere Hauptabschnitt der Gallenblasenwand lässt fast bei allen untersuchten Tieren eine mehr oder minder scharfe Teilung in Muscularis und Mucosa zu. Die einzige Ausnahme bildet die Gallenblase der Schildkröte. Bei diesem Tier folgt unmittelbar auf das Epithel der inneren Oberfläche eine nach aussen scharf abgegrenzte breite Schicht derber Bindegewebsbündel, die ziemlich dicht beieinander liegen. Zwischen denselben sind in wechselnden Mengen circulär und längs verlaufende Muskelfasern gelagert, die dem Epithel sehr nahe kommen. Diese Schicht stellt also mit dem Epithel der inneren Oberfläche in der Tat eine besondere Art muskulöser Schleimhaut dar im Sinne Henles (siehe S. 558). Es ist schwer, ja direkt unmöglich in diesem Fall von einer Tunica propria zu sprechen. Es muss aber nochmals hervorgehoben werden, dass diese Musculomucosa nach aussen hin scharf abgegrenzt ist.

Eine scharfe äussere Begrenzung der Muscularis findet sich auch bei allen anderen untersuchten Tieren, während die innere Grenze einen oft recht wechselnden Verlauf zeigt: meist sind die Muskelfaserbündel durch eine ziemlich breite Schicht des die Tunica propria bildenden Bindegewebes, nicht selten aber auch nur durch wenige Bündel desselben von dem Epithel getrennt, so dass sie demselben anzuliegen scheinen. Die Muscularis ist teils recht breit (Hund, Katze, Mensch) und wird von mehreren Lagen von Muskelbündelchen gebildet, teils unansehnlich, indem eine geringere Anzahl muskulöser Elemente durch

breitere Bindegewebszüge voneinander getrennt wird (Kaninchen). Die Gallenblasen des Schweines, des Schafes und des Kalbes nehmen bezüglich der Stärke der Muscularis eine Mittelstellung zwischen den beiden Gruppen ein.

Beim Schwein, Schaf, Kalb, Hund und bei der Katze kann man stets, beim Kaninchen und Menschen nicht immer zwei Abschnitte an der Muscularis unterscheiden, einen äusseren und einen inneren. Im ersteren bilden die Muskelbündel eine zusammenhängende Lage, die nur von wenigen Lücken durchbrochen wird. Im letzteren sind die Muskelbündel durch dazwischentretendes Bindegewebe in verschieden grosse Partien geteilt. Während in jenem die Lücken meist schmal sind und fast stets einen schrägen Verlauf aufweisen, durchsetzen sie diesen teils schräg, teils senkrecht; sie sind in letzterem oft recht weit und in grosser Zahl vorhanden. Infolgedessen kann man an Schnitten, die senkrecht zur Längsachse der Gallenblase durch die Wand derselben gelegt wurden, im äusseren Abschnitt der Muscularis die Muskelbündel oft auf weite Strecken verfolgen, ohne Lücken anzutreffen, im inneren hingegen stets nur Partien derselben von geringer Längenausdehnung zu Gesicht bekommen. Der äussere Abschnitt besteht aus einer meist breiten Lage von eng aneinander liegenden Muskelfasern, die innere setzt sich aus mehreren Lagen von dünnen Muskelbündeln zusammen, die von ziemlich breiten Bindegewebszügen geschieden werden. Dieser Befund wird besonders für das Schwein und den Ochsen bereits von Sudler angeführt. Beim Kaninchen und namentlich beim Menschen (Fig. 2) zeigt auch die äussere Lage der Muskelbündel oft ein Verhalten, wie es von dem inneren Abschnitt der Muscularis soeben geschildert wurde, besonders weite, senkrechte Lücken. Eine derartige Lücke wurde einmal auch bei der erwachsenen Katze beobachtet. Diese Lücken sind vielfach von straffem Bindegewebe erfüllt und dienen meist den Blutgefässen zum Durchtritt. Mitunter enthalten sie aber auch

neben denselben Ausbuchtungen der Schleimhaut von verschiedener Gestalt und Grösse. Dieselben repräsentieren die zuerst von Aschoff in ihrer Bedeutung gewürdigten und von ihm als Luschkasche Gänge angeführten Bildungen, auf welche ich weiter unten näher eingehen werde.

Die Angaben von Hendrickson und Sudler über die Verlaufsrichtung der Muskelfasern muss ich bestätigen. Die Anzahl der circulären (mit Beziehung auf die Längsachse der Gallenblase) Muskelfasern ist bei allen Gallenblasen, die ich untersuchte, die grössere, wenngleich auch die Menge der schräg- und längsverlaufenden Fasern keine geringe ist und dieselben an manchen Stellen dicht gedrängt beieinander liegen.

Mit einziger Ausnahme der Schildkröte besitzen alle übrigen untersuchten Tiere eine Mucosa der Gallenblase, die sich aus einer Tunica propria und dem Epithel zusammensetzt. Die Mächtigkeit der ersteren ist nicht allein bei den einzelnen Tieren eine verschiedene, sondern wechselt auch in den Bezirken derselben Gallenblase. Im wesentlichen hängt dies davon ab, dass die Muscularis keine scharf abgegrenzte innere Oberfläche aufweist, das Relief derselben, wie sich Aschoff ausdrückt, unregelmässig ausgearbeitet ist. Einerseits springen nicht selten einzelne Muskelfasern oder ganze Muskelbündel bis dicht an das Epithel vor, andererseits senkt sich das letztere mitunter verschieden tief hinein. In diesen Fällen trennen nur geringe Mengen Bindegewebes die muskulösen Elemente von dem Epithel und es erscheint begreiflich, warum Sudler von einer Muscularis mucosae spricht. Eine solche ist an den von mir untersuchten Gallenblasen als besondere Schicht tatsächlich nie vorhanden, es handelt sich stets um Teile der Muscularis, die sich an einzelnen Stellen dem Epithel sehr stark nähern. Bei der Schildkröte lässt sich eine Tunica propria nicht abgrenzen, da das Epithel einer Bindegewebsschicht aufsitzt, die überall in ziemlich gleicher Weise von Muskelfasern durchzogen wird.

Die Mucosa erhebt sich bei fast allen der untersuchten Tiere und bei dem Menschen in Falten von verschiedener Gestalt, Längen- und Breitenausdehnung. Bald stehen die Falten eng beieinander, bald werden sie von mehr oder minder weiten Zwischenräumen getrennt, in welchen die Mucosa eine glatte Oberfläche oder niedrige Erhebungen aufweist. Nicht selten hängen die Falten miteinander zusammen oder sind mit secundären Fältchen besetzt resp. verästeln sich (Mensch). Beim erwachsenen Hunde sind die Falten bisweilen seitlich verlagert, so dass zwischen ihnen und den anliegenden Abschnitten der Schleimhaut Räume entstehen, die durch einen schmalen Gang mit dem Lumen der Gallenblase in Verbindung stehen. Mitunter haben auch die Falten eine pilzförmige Gestalt, so dass zu ihren beiden Seiten derartige Räume vorhanden sind. Beim Triton ist die Schleimhaut in gleichförmige Längsfalten gelegt, die nur im Fundus anastomosieren. Eine auffallend, fast durchweg glatte Oberfläche zeigt die Oberfläche der Mucosa an der Gallenblase der Schildkröte und des Kalbes (Fig. 1). Ebenfalls glatt ist sie beim $4^1/_2$ monatlichen menschlichen Fetus, während sie bei dem von sieben Monaten bereits niedrige Erhebungen aufweist

Die Falten der Mucosa bestehen aus Epithel und Tunica propria; nur selten, besonders wenn die Falten recht breit sind (Hund, Mensch), erstrecken sich Muskelfasern in dieselben hinein. Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich mit Sudler nicht übereinstimmen, nach welchem die Falten der Mucosa entsprechende Firsten der Fibromuscularis bedecken.

Da ich dem Epithel der Oberfläche sowie der zu ihm gehörigen Bildungen, der Drüsen und der Aschoffschen Gänge, je einen besonderen Abschnitt widme, so erwähne ich hier nur mit kurzen Worten des Baues der Tunica propria. Sie besteht aus sehr zarten oder auch derberen Bindegewebsbündeln, die sich in mannigfaltiger Weise durchkreuzen und überall ein

gleiches Gefüge aufweisen. Eine Teilung dieses Bindegewebes in Tunica propria und Submucosa lässt sich nicht durchführen. Nur beim Kaninchen waren bisweilen die Bündel dicht unter dem Epithel etwas fester gefügt als weiter nach aussen. Die Tunica propria enthält zahlreiche kleinere und grössere Gefässe sowie viele zellige Elemente. Unter letzteren fallen besonders grosse Mengen von Leukocyten auf, die dicht unter dem Epithel oft ansehnliche Haufen bilden sowie die Blutgefässe, die Drüsen und Aschoffsche Gänge nicht selten umgeben. Deshalb muss in den nächstfolgenden Abschnitten ihrer noch besonders gedacht werden. Überall, wo Epithelzellen dem Gewebe der Tunica propria aufsitzen, sind Zellen mit länglichen Kernen denselben angelagert und bilden eine wahrscheinlich ununterbrochene Schicht.

Elastische Fasern sind in wechselnden Mengen und in verschiedener Stärke in der Tunica propria (meist auch in den Falten), der Muscularis und dem nach aussen von letzterer gelegenen Bindegewebe bei allen untersuchten Tieren und dem Menschen vorhanden. Die Beobachtungen Aschoffs, dass sie in dem der Muscularis nach aussen unmittelbar anliegenden Bindegewebe (der Fibrosa) etwas reicher auftreten als in der Muscularis selbst und in der Serosa in dichter Anordnung einen elastischen Grenzstreifen darstellen, kann ich auf Grund meiner Untersuchungen bestätigen.

II. Das Epithel der Gallenblasenschleimhaut.

Das Epithel der Mucosa besteht aus einer einfachen Lage von Cylinderzellen, deren Höhe und Breite, wie die betreffenden Abbildungen zeigen, in weiten Grenzen schwanken, nicht selten auch innerhalb derselben Gallenblase. Mitunter sind die Zellen in den Vertiefungen zwischen zwei Falten niedriger als auf der Höhe der letzteren. Doch kommen derartige niedrigere

Zellen auch in einer Reihe mit höheren vor in Gallenblasen oder an Stelle derselben, an welchen die Oberfläche völlig glatt ist (Schwein, Kalb). Bei dem jüngeren menschlichen Embryo sind sie durchweg breiter und niedriger als bei dem älteren und bei dem erwachsenen Menschen.

Das freie Ende der Zellen wird bei der Schidkröte und dem jüngeren menschlichen Embryo von einer schmalen, dunklen Zone eingenommen, die bei ersterer an Delafield-Präparaten (Fig. 4) durch eine feine Linie von dem übrigen Zellleib deutlich abgegrenzt ist. An Schnitten, die mit Hansenschem Eisenhämatoxylin gefärbt waren, ist diese scharfe Grenze nicht vorhanden (Fig. 5). Obgleich feine Striche, die die schmale Innenzone der Zellen parallel zur Längsachse derselben durchsetzen, nicht dargestellt werden können, so ist es doch kaum zweifelhaft, dass wir es hier mit einer Cuticula zu tun haben.

Scharf und deutlich ist ein gestreifter Cuticularsaum bei allen übrigen Gallenblasen zu sehen, die ich untersucht habe, die menschliche nicht ausgenommen, und zwar sowohl an frischen als auch an fixierten und gefärbten Präparaten (Fig. 6—15). Die tadellose Erhaltung der Cuticula hängt von der Frische und der Behandlung des Materials ab. Sie wird bei menschlichen Gallenblasen natürlich nicht immer zu erreichen sein, leider mitunter auch nicht an lebenswarm in die Fixationsflüssigkeit gebrachten tierischen. Dies ist wohl der Grund gewesen, weshalb Cabibbe bei Tieren sowie Steiner und Aschoff beim Menschen ihn nicht gesehen, warum letztgenannter Forscher „höchstens Andeutungen einer stärkeren lichtbrechenden Begrenzung der freien Oberfläche“ bemerkt hat. Um den Cuticularsaum in seiner ganzen Höhe gut erkennen zu können, ist es ferner nötig, dass die Epithelzellen beim Schneiden senkrecht zur Oberfläche getroffen werden. Sind alle Anforderungen erfüllt, so repräsentiert er sich in voller

Klarheit an dem freien Ende der Zellen. Wo er fehlt, kann dieser Mangel, wie weiter unten besprochen werden wird, durch besondere Vorgänge erklärt werden, die sich an den Zellen abspielen.

Beim Triton, Schwein, Schaf, erwachsenen Hund und bei der Katze sowie beim erwachsenen Menschen ist der Cuticularsaum relativ dick, beim Kalb, Kaninchen und bei dem älteren menschlichen Embryo dagegen dünner. Stets ist er von dem übrigen Körper der Zelle mehr oder weniger scharf abgesetzt und weist eine feinere oder gröbere Strichelung auf, die parallel zur Längsachse der Zelle gerichtet ist. Im allgemeinen ist das Aussehen des Cuticularsaums dasselbe, wie es R. Virchow zuerst geschildert hat und wie es auch an den Epithelien des Darms beobachtet wird. Meist erscheint der Saum etwas dunkler als der übrige Zellkörper, bisweilen ist aber auch das umgekehrte Verhalten zu beobachten (Schwein). Bei der neugeborenen und erwachsenen Katze kann man vielfach zwei Abschnitte an ihm erkennen, einen helleren äusseren und einen dunkleren inneren: im ersteren sind die ihn durchsetzenden Linien feiner und die sie trennenden Zwischenräume weiter als im letzteren.

An einzelnen Zellen der Gallenblase eines erwachsenen Hundes und bei fast allen menschlichen Gallenblasen (Fig. 15), die mir zur Verfügung standen, gewährte der Cuticularsaum ein wesentlich anderes Bild. Die gegen das Lumen der Gallenblase gerichtete innere Begrenzung des Saumes ist nicht vorhanden, letzterer hat sich in eine Reihe von Stäbchen oder Härchen aufgelöst, die oft nach innen stark gespreizt erscheinen und teils kürzer, teils länger sind. Man bekommt auf den ersten Blick den Eindruck, als ob die Epithelzellen an ihrem freien Ende einen Besatz von verschieden langen Cilien tragen. Die Figur 16 zeigt dieses Verhalten des Cuticularsaumes in der Flächenansicht. Dass es sich in diesen Fällen um ein Kunst-

produkt handelt, zeigten betreffs des Hundes die angrenzenden Zellen und bezüglich des Menschen die Präparate einer Gallenblase desselben, von der die Fig. 14 herrührt. Vor Verwechslungen des Cuticularsaums mit einer Art von Cilienbesatz schützt ferner die Beziehung desselben zu der Schlussleiste. An allen Präparaten, an welchen sie deutlich zu erkennen ist, erweist sich ihre Dicke stets entsprechend derjenigen der Cuticula (Fig. 4, 5, 9—12).

Die Kerne der Epithelzellen sind meist länglich oval, bisweilen auch mehr rundlich. Bei einzelnen Tieren (Schaf, Hund, Katze) haben sie mitunter eckige und zackige Formen angenommen oder zeigen vielfach Dellen an ihrer Oberfläche. Sie liegen in den meisten Fällen in der Nähe der Zellbasis oder derselben unmittelbar an. Nie — wenige Befunde, die später erwähnt werden, ausgenommen, — sind die Kerne quergestellt. Bei der Schildkröte finden sich die Kerne in der Mitte der Zellen und beim Kaninchen sogar nicht selten zwischen dieser und dem freien Ende derselben.

Der Körper der Zellen wird beim Triton stets von einem durchweg fein granulierten Protoplasma gebildet. Bei den übrigen von mir untersuchten Gallenblasen unterscheiden sich die Epithelzellen betreff des Aussehens ihres Körpers oft sehr beträchtlich voneinander. Bei den einen ist das Protoplasma in gleicher Weise fein gekörnt wie bei Triton, bei den anderen aber enthält der Zellenleib in sehr verschiedener Zahl Partien, die an van Gieson-Präparaten und an Schnitten, die mit Hansenschem Eisenhämatoxylin gefärbt sind, dadurch sofort auffallen, dass sie eine hellere Färbung aufweisen oder völlig durchsichtig erscheinen. Zweifellos handelt es sich in diesen Zellen um Produkte einer Secretion, um fertige Secrete oder Vorstufen derselben. Solche secrethaltigen Zellen liegen teils vereinzelt zwischen solchen mit gleichmässig fein granuliertem Protoplasma, teils nebeneinander in langen zusammen-

hängenden Reihen (Figg. 9, 11, 17). Beim Menschen kommen sie, wie meine freilich nicht immer gut fixierten Präparate zeigen, in relativ geringer Zahl vor. In gleicher Weise wechselt auch die Menge des Secrets in den einzelnen Zellen und die Form, in welcher es sich ansammelt. Seltener zeigt letztere eine unregelmässige Begrenzung; meist sind es wohl abgerundete grössere oder kleinere Tröpfchen. Häufig sind dicht unter der Cuticula grössere oder kleinere Secretsammelstellen vorhanden, die eine nach aussen convexe Krümmung aufweisen (Schwein, Kaninchen). Das Secret findet sich fast stets in dem Abschnitt, welcher zwischen dem Kern und dem freien Ende der Zelle sich erstreckt, und nur ausnahmsweise zu beiden Enden des Kerns oder rings um denselben (Figg. 5, 11). Letzteres tritt nur dann ein, wenn die Menge des Secrets erheblich zunimmt. In diesem Fall sind die Tröpfchen nicht selten in einer oder mehreren Längsreihen hintereinander angeordnet (Figg. 9, 11, 12).

Bei der Anwendung von Delafieldschem Hämatoxylin, sowie der Hämatoxylin-Eisenlackfärbung und der Nachfärbung M. Heidenhains und der Nachfärbung mit S-Rubin nach Disse nimmt das Sekret nicht selten Farbe an und zwar in verschiedener Intensität (Figg. 6, 7, 18) oder erscheint in denselben Zellen teils gefärbt, teils farblos (Figg. 8, 12). Diese Beobachtungen zeigen, dass die Epithelzellen der normalen Gallenblasenschleimhaut einzelner Tiere unter Umständen ein Secret absondern, das auf Grund seiner färberischen Eigenschaft als echter Schleim bezeichnet werden muss. Gewöhnlich allerdings kommt es zu der Absonderung eines solchen nicht, sondern werden Stoffe abgeschieden, die ihm wahrscheinlich sehr nahe stehen. Der vereinzelte Befund von Secretsammelstellen mit blau gefärbtem Inhalt in dem Epithel eines $4^1/_2$-monatlichen menschlichen Embryo (Fig. 13) und des erwachsenen Menschen lässt die Vermutung nicht unbegründet, dass

auch die normalen Epithelzellen beim erwachsenen Menschen wahrscheinlich zu einer Secretion von echtem Schleim fähig sind, eine derartige Absonderung aber bisher nur selten (Aschoff) konstatiert werden konnte, da es an brauchbarem Material gebrach.

Ein Hervorquellen des Secrets habe ich an den Epithelzellen fast aller Gallenblasen, insbesondere auch des Menschen, beobachten können. Dabei verhält sich die Cuticula in dreifacher Weise: entweder wird sie von ihnen an einer kleinen Stelle durchbrochen (Figg. 7, 11, 12) oder wölbt sich unter ihrem Druck einwärts gegen das Lumen der Gallenblase hervor (Figg. 8, 18) oder geht bald spurlos verschwunden (Fig. 17). Nicht selten kann man bei der Schildkröte (Figg. 4, 5), beim Kalbe (Fig. 17) und auch bei dem erwachsenen Hunde und der erwachsenen Katze sehen, dass gleichzeitig mit dem Hervorquellen des Secrets auch das Protoplasma einen Fortsatz über das Niveau der Schleimhaut entsendet. Derselbe kann noch einige Zeit bestehen bleiben, nachdem das Secret sich bereits abgelöst hat (Figg. 4, 5, 17). In allen letztgenannten Fällen fehlt die Cuticula.

Eine ganz enorme Secretion — und nur als solche kann ich nach Analogie meiner sonstigen Beobachtungen diesen Vorgang auffassen — beobachtete ich in den Epithelzellen eines Schafes, dessen Gallenblase eine ungeheure Menge von Leberegeleiern enthielt (Fig. 10). Hier waren sämtliche Zellen in allen Bezirken der Schleimhaut von Tröpfchen erfüllt, so dass oft nur Spuren von Protoplasma unter der Cuticula und im basalen Abschnitte bemerkt werden konnten. Die Kerne zeigten nicht selten äusserst zackige und eckige Formen und waren sichtlich in ihrer Masse reduziert. Die basalen Abschnitte der Zellen enthielten Mengen kleinerer oder grösserer Körnchen. Mit ihnen war der Zellenleib vieler Leucocyten beladen, die stellenweise dicht unter dem Epithel grosse Haufen bildeten

und nicht selten sich auch zwischen den Epithelzellen fanden. Auch nah gelegene Lymphgefässe enthielten derartige Körnchen. Dieselben hatten an van Gieson-Präparaten eine gelbe Farbe angenommen und erwiesen sich rot an Schnitten, die mit Eosin gefärbt waren. Dieser Befund ist auffallend und zwar um so mehr, als grosse Massen von Leucocyten in gleicher Anordnung auch in der Tunica propria und dem Epithel aller übrigen Gallenblasen vorhanden sind, hier aber von ihnen fast stets nur die Kerne zu erkennen waren, nur selten auch der Körper sichtbar wurde, der Körnchen (eventuell durch Eosin rot gefärbt) enthielt. Offenbar handelt es sich in diesem Fall neben einer überaus starken Secretion um umfangreiche Prozesse des Zerfalls und ich glaube annehmen zu können, dass eine grosse Zahl von Zellen beständig zugrunde gehen. Dafür spricht neben anderem bereits Erwähnten auch der Umstand, dass nicht selten Zellen beobachtet wurden, die den Contact mit der Tunica propria verloren hatten oder als kugelige Gebilde zwischen letzterer und der Schleimhautoberfläche mitten im Epithel lagen. Die specifische Schleimfärbung verblieb in diesem Fall wie beim Schaf überhaupt stets resultatlos, aber auch Sudan-III, mit welchem ich sowohl Gefrierschnitte als auch isolierte Epithelzellen der Gallenblasenschleimhaut behandelte, erzielte keine Färbung der Tröpfchen. Immerhin muss ich ausdrücklich hervorheben, dass ich ein Hervorquellen von Secrettröpfchen beim Schaf trotz eifrigen Durchforschens meiner zahlreichen Präparate deutlich nie gesehen habe.

Die Epithelzellen der Gallenblasenschleimhaut des Schweins und des Kalbes waren bisweilen derartig mit Schleim erfüllt, dass sie wie stark gebauchte Becherzellen aussahen: an ihrem freien Ende waren aber entweder eine unversehrte Cuticula oder Reste derselben vorhanden. Typische Becherzellen, deren Inhalt an Delafield-Präparaten sich blau gefärbt, sah ich nicht selten in der Gallenblasenschleimhaut an von mir unter-

suchten menschlichen Embryonen und des erwachsenen Menschen.

Stiftkerne oder richtiger Zellen, deren Leib und Kern auffallend schmale Formen aufweisen und die dem Untergang entgegengehen, finden sich in den meisten Gallenblasen in wechselnder Zahl, besonders zahlreich beim Kalb (Fig. 17). Kernteilungsfiguren sah ich innerhalb des Epithels nicht selten bei den menschlichen Embryonen und den neugeborenen Tieren, bei den erwachsenen Tieren und dem erwachsenen Menschen dagegen nur hin und wieder. Das Schlussleistennetz war meist gut zu erkennen. Die Zellen der Mucosa enthielten bei den Tieren seltener, beim erwachsenen Menschen häufiger Gallenfarbstoff in Form von Körnchen oder Tröpfchen oder waren von ihnen diffus verfärbt.

Erscheinungen, die auf eine Fettresorption in den Epithelzellen hinweisen, Fetttröpfchen, die unzweifelhaft als solche erkannt werden können, habe ich nicht an einer Gallenblase beobachten können. Dieser negative Befund stimmt mit den Angaben Steiners und Sudlers. Wenn auch meine eigenen Untersuchungen in dieser Hinsicht vielleicht nicht als abgeschlossen gelten können, so glaube ich doch aussprechen zu müssen, dass die Mitteilungen Aschoffs, mit welchen er die Behauptung R. Virchows von einem intermediären Stoffwechsel des Fettes innerhalb der Gallenblase bekräftigt, nicht überzeugend wirken: dafür sind sie zu kurz; die Methoden des Nachweises sind nicht angegeben; Abbildungen, die diesen Vorgang bei starker Vergrösserung (Immersion) veranschaulichen, der Arbeit nicht beigegeben.

Muss mithin die Frage einer Fettresorption der Epithelzellen der Gallenblasenschleimhaut einer weiteren genaueren Untersuchung anheimgestellt werden, so kann ich doch behaupten, dass eine Fettsecretion dieser Zellen im Sinne

Testuts (citiert nach Aschoff) jedenfalls nicht stattfindet — auch Aschoff konnte sie nicht feststellen —, dass diese Annahme aller Wahrscheinlichkeit nach auf Beobachtungsfehlern beruht.

Aus meinen Beobachtungen geht hervor, dass die Epithelzellen der Schleimhaut aller von mir untersuchten Gallenblasen (vielleicht die des Triton ausgenommen) in hervorragendem Masse die Fähigkeit besitzen, unter gewöhnlichen Verhältnissen eine schleimartige Substanz auszuscheiden. Unter der Wirkung besonderer Einflüsse kann die Secretion sich bedeutend steigern, können einzelne der Epithelzellen, beim Schwein sogar fast alle, echten Schleim produzieren, der sich mit spezifischen schleimfärbenden Mitteln in charakteristischer Weise bläut. Auch die Epithelzellen der menschlichen Gallenblase scheinen hierin keine Ausnahmestellung einzunehmen. In dieser Hinsicht unterstützen meine Beobachtungen an einem menschlichen Fötus die Angabe Aschoffs: er fand in der Gallenblase eines Hingerichteten vereinzelte Epithelzellen, deren Leib ganz mit wabigen, durch Mucicarmin tiefrot gefärbten Schleimmassen erfüllt war.

Die erwähnten Einflüsse müssen von dem Inhalt der Gallenblase, der Galle, ausgehen, deren Zusammensetzung nicht allein bei den verschiedenen Tierarten, sondern auch in derselben Tierart unter der Einwirkung freilich wohl ausschliesslich pathologischer Verhältnisse (Parasiten etc.) wechselt. Mit dieser Annahme stimmt, soweit tierische Gallenblasen in Frage kommen, sehr wohl die Beobachtung überein, dass gerade die Zellen, welche die Höhen der Falten bedecken, die Secretion in ganz besonders hohem Grade aufweisen, während die in der Tiefe zwischen zwei Falten belegenen diese Erscheinung in weit geringerem Masse oder gar nicht erkennen lassen. Dagegen spricht in keiner Weise der Befund von scheinbar nicht secernierenden Zellen, die hier und da vereinzelt oder auch

in grösserer Zahl angetroffen werden: dieser Befund wechselt übrigens in hohem Grade bei den einzelnen Tieren.

III. Die Drüsen- und die Epithelbeobachtungen der Schleimhaut.

Drüsen fand ich in den Gallenblasen der Schildkröte, des Schweines, des Schafes, des Kalbes und des erwachsenen Menschen. Nach Sappey sollen sie auch beim Kaninchen und Hunde vorkommen. Diese Angabe muss ich als zweifelhaft hinstellen, zumal Sappey in seinem Lehrbuch sich nur auf den kurzen Hinweis beschränkt und sonstige bezügliche Notizen, soweit mir bekannt, in der Literatur fehlen. Gerade von diesen Tieren besitze ich eine überaus grosse Zahl von Präparaten, die aus allen Bezirken der Gallenblase stammen. In keinem derselben kann ich das Vorhandensein einer Drüse nachweisen. Deshalb nehme ich an, dass Sappey die Aschoffschen Gänge, welche beim Kaninchen oft recht zahlreich und auch beim neugeborenen Hunde nach meinen Beobachtungen bisweilen in geringer Ausdehnung vorkommen, als Drüsen aufgefasst hat.

Als wirkliche Drüsen können nur solche Hohlgebilde bezeichnet werden, welche durch ihren Bau und besonders durch das eigenartige Aussehen derjenigen Zellen charakterisiert sind, welche ihre Endstücke auskleiden. Solche fand ich aber nur in den oben angegebenen Fällen. Sie waren ganz besonders zahlreich beim Schwein, Schaf und Kalb in allen Bezirken der Gallenblase, sowohl im Fundus und Körper, als auch im Hals derselben, beim Menschen jedoch nur im letzteren. Bemerkenswert ist, dass die Gallenblase des Schafes, bei welchem die Epithelzellen der Schleimhautoberfläche eine auffallend starke Secretion aufwiesen (Seite 583), die Zahl der Drüsen eine viel geringere war. Bei einer Schildkröte, von deren Gallenblase

ich eine lückenlose Serie von Schnitten besitze, fand ich nur eine Drüse, die in 33 Schnitte zu 5 μ zerlegt war.

Die Drüsen sind in dem Gewebe der Tunica propria gelagert, reichen mit ihrem Körper bis zur Muscularis und erstrecken sich nur beim Menschen in die Bindegewebslagen hinein, welche die inneren Muskellagen voneinander trennen. Stets sind ein mehr oder weniger langer Ausführungsgang und Drüsenstücke zu unterscheiden, die oft stark verästelt sind. Letztere repräsentieren sich zwar meist in der Gestalt von kleinen Tubuli, die bald längs, bald quer oder schräg getroffen sind, weisen aber auch nicht selten verschieden grosse kugelige Ausbuchtungen ihrer Wandung auf. Deshalb glaube ich, die Drüsen der Gallenblase sowohl der Tiere als auch des Menschen zu den alveolotubulösen Drüsen rechnen zu müssen. Ein rein acinöser Bau, wie ihn Luschka angibt, liegt entschieden nicht vor, er ist aber auch nicht durchweg ein tubulöser, wie Aschoff zu meinen scheint.

Der Drüsenausführungsgang verläuft in der Tunica propria meist eine Strecke weit parallel der Oberfläche der Mucosa und durchbohrt letztere in stark schräger Richtung. Beim Kalb und beim Menschen kommt auch nicht selten ein fast steiler Verlauf desselben vor (Fig. 19). Sein Epithel gleicht völlig dem der Schleimhautoberfläche. Dort wie hier verschieden hohe Cylinderzellen; die länglich ovalen Kerne liegen in der Nähe der Zellenbasis; der Abschnitt zwischen ihnen und den freien Enden der Zellen enthält Secret in wechselnden Mengen; eine feingestreifte Cuticula ist gut zu erkennen; häufig findet sich dicht unter derselben eine gut abgegrenzte Secretsammelstelle. Nur bei der Schildkröte und beim Kalbe zeigen die Epithelzellen des Ausführungsganges oft keine oder eine geringe Secretion. Mitunter ist die Menge des Secretes eine recht grosse, sind die Zellen breiter und zeigen die Kerne eine mehr rundliche

Fig. 10
Schaf $\frac{760}{1}$

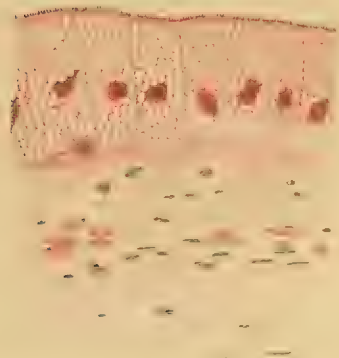


Fig. 11.
Erwachsener Hund $\frac{760}{1}$



Fig. 15
Erwachsener Mensch $\frac{760}{1}$



Fig. 18
Kaninchen $\frac{970}{1}$



Fig. 19
Kalb $\frac{390}{1}$



Fig. 12.
Erwachsene Katze $\frac{760}{1}$



Fig. 13.
Menschlicher Fetus $\frac{760}{1}$



Fig. 14.
Erwachsener Mensch $\frac{620}{1}$

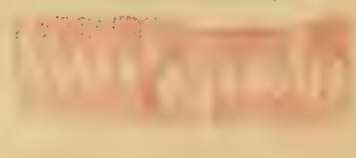


Fig. 16.
Erwachsener Mensch $\frac{760}{1}$



Fig. 17
Kalb $\frac{760}{1}$

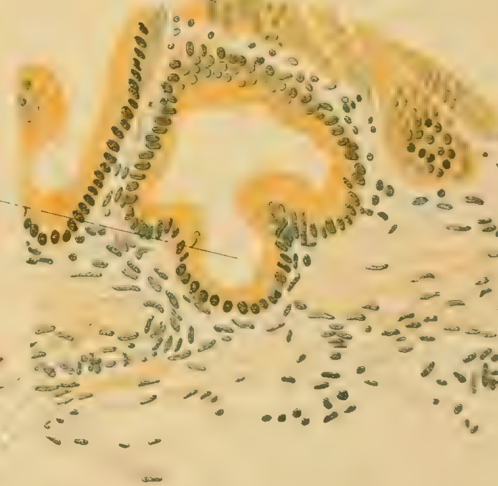




Fig. 20
Kaninchen $\frac{63}{1}$



Fig. 21
Erwachsene Katze $\frac{190}{1}$



Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden

Form (Schwein); solche Zellen finden sich übrigens, wie erwähnt, nicht selten auch im Epithel der Mucosa.

Die oft stark verästelten Drüsenendstücke werden von Zellen ausgekleidet, die im Aussehen und meist auch im färberischen Verhalten den richtigen Schleimzellen gleichen: die Kerne sind queroval oder auch platt und liegen der Zellenbasis fast unmittelbar an (Fig. 19); der dem Drüsenlumen zugekehrte Abschnitt trägt keinen Cuticularsaum und erscheint an van Gieson-Präparaten sehr hell und ist von feinen Strängen durchzogen. Mit Delafieldschem Hämatoxylin kann bei Schwein, Schaf und Kalb eine specifische Schleimfärbung fast stets und in verschiedenen Tönen von Blau erzielt werden; beim Menschen trat sie an meinen Präparaten nie ein. Mitunter (Schwein, Schaf, Kalb) enthalten Zellen, die eine geringe Secretion aufweisen, mehr rundliche Kerne; eine Cuticula fehlt aber auch bei ihnen. Bei der einzigen Drüse, die ich bei der Schildkröte fand, sind die Zellen des Ausführungsganges und des Drüsenendstückes bedeutend niedriger als die der Schleimhautoberfläche; sie enthalten selten und wenig Secret, das sich mit Delafieldschem Hämatoxylin schwach bläute.

Nach ihrem mikroskopischen Aussehen und färberischen Verhalten müssen mithin die Drüsen der Gallenblase des Schweines, Schafes und Kalbes ohne weiteres als Schleimdrüsen bezeichnet werden. In dieselbe Kategorie gehört offenbar auch die Drüse, welche ich bei der Schildkröte fand, wenngleich hier die Zellen eher den serösen Drüsenzellen gleichen. Welche Stellung nehmen nun aber die Drüsen der menschlichen Gallenblase ein? Tatsache ist, dass die Zellen, welche ihre Endstücke auskleiden, nur in ihrem Verhalten gegen schleimfärbende Stoffe von den mucösen abweichen. Nach v. Ebner erinnern die Drüsen aller grösseren Gallenwege in ihrem gröberen Bau an die Drüsen der Cardia und des Pförtners des Magens. Beachtet man aber die Verhältnisse bei den Tieren, sowie die Tatsachen,

dass das Secret des Oberflächenepithels der normalen menschlichen Gallenblase mitunter sich in typischer Weise blau färbt und an den Zellen der menschlichen Gallenblasendrüsen unter pathologischen Verhältnissen die Schleimreaktion nach Aschoff oft auf das schärfste hervortritt, so wird man mit der Behauptung nicht zu weit gehen, dass sie den Schleimdrüsen sehr nahe stehen. Wie das Epithel der Schleimhautoberfläche, so ist auch das der Drüsen unter Einwirkung äusserer Einflüsse befähigt, echten Schleim zu produzieren.

Von den Drüsen wohl zu unterscheiden sind andere von Epithel ausgekleidete Gebilde, auf deren Vorkommen in der Wand der Gallenblase zuerst Aschoff die Aufmerksamkeit gelenkt hat und die deshalb nach seinem Namen bezeichnet werden müssen. Luschka hat diese „Röhren" nur in sehr unvollkommener Weise gekannt, ihre Entstehung und ihre Bedeutung erkannte erst Aschoff. Es handelt sich um verschiedene tiefe Ausstülpungen des Epithels der Mucosa, die stets mit letzterer zusammenhängen und beim Menschen auf den ersten Blick bisweilen als Drüsen imponieren können. Sie reichen mitunter weit in die Wand der Gallenblase hinein (Fig. 2) und entstehen, soweit ich nach meinen Präparaten beurteilen kann, im Anschluss an die Ausbuchtungen der Mucosa, welche zwischen zwei Falten gelegen sind. Schon diese Ausbuchtungen erstrecken sich nicht selten recht weit in das Gewebe der Tunica propria hinein. An Stellen aber, an welchen die Muscularis Lücken aufweist, die dieselbe in senkrechter Richtung durchsetzen, buchtet sich das Epithel der Mucosa noch mehr nach auswärts vor und kann, je nach der Beschaffenheit der Muscularis, bis an und sogar in die erste äussere bindegewebige Hülle der Gallenblasenwand gelangen. Letzteres beobachtete ich nicht selten beim Kaninchen (Fig. 20). Da die Oberfläche dieser Epithelausstülpungen, ebenso wie die der Schleimhaut höhere oder niedere Erhebungen besitzt, zwischen welcher ver-

schieden ausgedehnte Vertiefungen sich finden, so sieht man nicht selten Gebilde, die den Eindruck tubulöser Drüsen hervorrufen. Die genaue Untersuchung zeigt aber jedesmal, dass das Epithel derselben in keiner Weise von dem der Schleimhautoberfläche abweicht. Es sind Epithelausstülpungen, deren Entstehung einerseits von dem Verhalten der Muscularis, andererseits von dem Druck abhängt, der in der Gallenblase besteht. Bei den menschlichen und tierischen Gallenblasen fand ich sie nur dort, wo die Muscularis entweder nur in den inneren Lagen (Katze, Fig. 21) oder auch in der äusseren Lage weite senkrechte Lücken (Kaninchen, Fig. 20, und Mensch, Fig. 4) aufwies, die meist den Gefässen den Durchtritt ermöglichen. Bei allen den Tieren, bei welchen die Gefässe in mehr schräger Richtung die Muscularis durchsetzen, kommen nach meinen Beobachtungen Epithelausbuchtungen, die sich in die Muscularis erstrecken oder sogar sie durchbrechen, gar nicht vor (Triton, Schildkröte, Schwein, Schaf, Kalb, Hund). Da nun das Epithel der Schleimhautoberfläche beim Menschen, wie schon bereits mehrfach hervorgehoben, unter pathologischen Verhältnissen echten Schleim secernieren kann, so wird es nicht wundernehmen, dass diese Epithelausstülpungen, die Aschoffschen Gänge, von Forschern, die erkrankte Gallenblasen untersuchten, für Schleimdrüsen gehalten wurden. Nicht unerwähnt lassen darf ich, dass ich aberrierte Gallenkanälchen — und nur von solchen spricht Luschka — in der Gallenblasenwand weder bei Tieren noch bei menschlichen Föten und dem erwachsenen Menschen gesehen habe.

Zusammenstellung der Resultate.

Das nach aussen von der Muscularis belegene Bindegewebe lässt bei der Gallenblase des Kalbes, der neugeborenen Katze und des $7^1/_2$ monatlichen menschlichen Fetus stets eine Sonderung in drei Häute erkennen — in Fibrosa, Subserosa und Serosa. Beim neugeborenen und erwachsenen Hunde, sowie beim erwachsenen Menschen findet sie meist statt, beim Schwein und bei der erwachsenen Katze nur an einzelnen Stellen; sonst ist in den letzterwähnten Fällen statt der drei Häute nur eine verschieden breite, gleichförmige Schicht derber Bindegewebsbündel vorhanden. Das Vorkommen einer solchen kann hier in ganz unregelmässiger Weise sowohl im Fundus und Körper als auch im Halse der Gallenblase beobachtet werden. Mit dieser Einschränkung, d. h. „meist", verdient der Vorschlag Aschoffs, bei der menschlichen Gallenblase eine Fibrosa zu unterscheiden, die sich nach aussen unmittelbar der Muscularis anschliesst, vom normal-histologischen Standpunkte aus volle Berücksichtigung. Die Bezeichnung „Fibromuscularis", welche Sudler für Muscularis benutzt, ist aber alsdann in doppelter Hinsicht unzweckmässig.

Eine einzige äussere bindegewebige Hülle ist ferner stets bei der Gallenblase des Triton, der Schildkröte und des $4^1/_2$-monatlichen menschlichen Fetus, sowie meist bei der des Schafes vorhanden; bei der Schildkröte und dem menschlichen Fetus sind die Bindegewebsbündel dieser Hülle zart, bei Triton und dem Schaf dagegen derb. An der Gallenblase des letzteren Tieres kann stellenweise, an der des Kaninchens stets eine Sonderung in Subserosa und Serosa bewerkstelligt werden.

Eine Drei- resp. Zweiteilung des nach aussen von der Muscularis belegenen Bindegewebes hängt immer von einer mehr oder weniger starken Fettablagerung resp. einem lockeren Gefüge der Bindegewebsbündel ab.

Am freien Ende der Epithelzellen der Schleimhautoberfläche ist bei allen untersuchten Gallenblasen ein meist (ausgenommen Triton und Schildkröte) deutlicher, feingestreifter Cuticularsaum vorhanden. Die Zellen scheiden mehr oder weniger intensiv ein Secret ab, das dem echten Schleim sehr nahe steht, nicht selten aber färberisch auch als solcher erkannt werden kann. Das Secret entleert sich an die Oberfläche der Mucosa, indem es die Cuticula an einer Stelle durchbricht.

Typische Becherzellen kommen im Epithel der menschlichen Gallenblase nicht selten vor.

Eine Fettsecretion (im Sinne Testuts) kommt den Epithelzellen jedenfalls nicht zu. Die Existenz einer Fettresorption seitens derselben, wie sie R. Virchow zuerst angab und neuerdings Aschoff bestätigt, erscheint fraglich.

Echte Drüsen kommen in der Gallenblasenwand der Schildkröte, des Schweines, des Schafes, des Kalbes und des Menschen vor, nicht aber (entgegen den Angaben Sappeys) beim Kaninchen und beim Hunde. Beim Menschen finden sie sich in der Norm nur im Bereich des Halses, beim Schwein, Schaf und Kalbe jedoch auch, und zwar in nicht geringer Zahl, im Fundus und Körper. Histologisch verhalten sie sich in allen Fällen, färberisch dagegen nur bei den letztgenannten drei Tieren und bisweilen auch bei der Schildkröte wie Schleimdrüsen. Das Secret der menschlichen Gallenblasendrüsen ist aber wahrscheinlich ein Stoff, der dem echten Schleim nahe steht.

Aschoffsche Gänge, d. h. Epithelausbuchtungen der Mucosa, finden sich nur in der Wand solcher Gallenblasen, bei welchen die einzelnen Lagen der Muscularis durch mehr oder

weniger weite senkrechte Lücken unterbrochen sind, häufig beim Kaninchen und Menschen, selten bei der Katze. Sie reichen verschieden weit in die Muscularis hinein und können dieselbe auch völlig durchsetzen. Stets stehen diese oft verästelten Gänge durch schmale oder weite Öffnungen in Verbindung mit dem Lumen der Gallenblase und werden von einem Epithel ausgekleidet, das dem der Schleimhautoberfläche durchaus gleicht.

Würzburg, den 28. Oktober 1907.

Literaturverzeichnis.

1. Aschoff, Bemerkungen zur pathologischen Anatomie der Cholelithiasis und Cholecystitis. Verh. d. Deutsch. path. Ges. 1905. p. 41—48.
2. Böhm, A. A., und M. von Davidoff, Lehrbuch der Histologie des Menschen. p. 199.
3. Bolay, Roger, Recherches sur les glandes de la vésicule biliaire à l'état normal et pathologique. Thèse de doctorat de Lausanne 1899.
4. Brettauer, J., und S. Steinach, Untersuchungen über das Cylinderepithelium der Darmzotten und seine Beziehungen zur Fettresorption. Sitz.-Ber. d. math.-naturw. Cl. d. K. Ak. d. W Wien. Bd. XXIII. 1857. p. 303.
5. Cabibbe, G., Contributo allo studio istologico della cistifellea e del coledoco. Atti d. R. Ac. d. Fisiocritici di Siena. Ser. 4. Vol. 12. Anno Ac. 1900. p. 437—441.
6. Cruveilhier, J., Traité d'anatomie descript. 3e éd. 1852. T. 3. p. 421.
7. Deutsch, M., Über Anatomie der Gallenblase. Berlin. Inaug.-Diss. 1875.
8. Dogiel, A. S., Über den Bau der Ganglien in den Geflechten des Darms und der Gallenblase des Menschen und der Säugetiere. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1899. p. 130—158.
9. Eberth, C. J., Zur Kenntnis der Verbreitung glatter Muskeln. Z. f. w. Zool. 12. Bd. 1863. p. 360—365.

9a. Ebner, V. v., siehe Koelliker, Handbuch der Gewebslehre.

10. Frey, H., Grundzüge der Histologie. 1875. p. 164.
11. — Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. 5. Aufl. 1876. p. 548.
12. Friedreich, N., Cyste mit Flimmerepithel in der Leber. Arch. f. pathol. Anat. u. Phys. 11. Bd. 1857. p. 466—469.
13. Gegenbaur, C., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 7. Aufl. 1903. II. Bd. p. 82.
14. Gerlach, J., Handbuch der allgemeinen und speziellen Gewebelehre. 1848.

15. Gerlach, L., Über die Nerven der Gallenblase. Zentralbl. f. d. med. W. 1873. p. 562—564.
16. Hendrickson, W. F., A study of the musculature of the entire extra-hepatic biliary system etc. Johns Hopkins Hosp. Bull. Vol. IX. 1898. p. 221—232.
17. Henle, J., Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. 2. Aufl. 1873. 2. Bd. p. 224—25.
17a. Hering, E., siehe Stricker.
17b. Huschke, E., siehe Sömmering.
18. Hyrtl, J., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 16. Aufl. 1882. p. 697.
19. Janowski, W., Über Veränderungen in der Gallenblase bei Vorhandensein von Gallensteinen. Beitr. f. path. Anat. u. f. allg. Path. red. Prof. E. Ziegler. Bd. X. 1891. p. 449—480.
20. Klein, E., Grundzüge der Histologie. Deutsche Ausg. 1890. p. 257.
21. Koelliker, A., Beiträge zur Kenntnis der glatten Muskeln. Z. f. w. Zool. 1. Bd. 1849. p. 48—88.
22. — Mikroskopische Anatomie. 1854. p. 230—31.
23. — Nachweis eines besonderen Baues der Cylinderzellen des Darmes etc. Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg. 6. Bd. 1855. p. 253—273.
24. — Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 3. Bd. von Prof. V. v. Ebner. 1902. p. 233.
25. Krause, W., Allgemeine und mikroskopische Anatomie. 1876. p. 227—228.
26. Leydig, F., Lehrbuch der Histologie des Menschen. 1857.
27. Luschka, H. von, Die Drüsen der Gallenblase des Menschen. Z. f. rat. Med. 3. R. 4. Bd. 1858. p. 189—192.
28. — Die Anatomie des menschlichen Bauches. 1863. p. 255—257.
29. Meyer, J. H., De musculis in ductibus efferentibus glandularum. Inaug.-Diss. Berolini. 1837.
30. Müller, A., Zur pathologischen Bedeutung der Drüsen in der menschlichen Gallenblase. Inaug.-Diss. Kiel. 1895.
31. Orth, J., Cursus der normalen Histologie. Berlin. 1888.
32. Remy, Ch., Manuel des travaux pratiques d'histologie. Paris. 1889.
33. Sappey, Ph. C., Traite d'anatomie descriptive. 2e éd. T. 4. 1873. p. 345—346.
34. Schenk, S. L., Grundriss der normalen Histologie des Menschen. Wien u. Leipzig. 1885. p. 146.
35. Schiff, Julius, Über die Drüsen in der Gallenblase und ihre pathologische Bedeutung. Inaug.-Diss. Freiburg i. Br. 1898.
36. Sobotta, J., Atlas und Grundriss der Histologie. München. 1902. p. 164.
37. Sömmering, S. Th. von, Vom Baue des menschlichen Körpers. 5 Bd. 1844. Ausgearb. von E. Huschke. p. 142—146.
38. Steiner, Herm., Über das Epithel der Ausführungsgänge der grösseren Drüsen des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XL. 1892. p. 484—497.
39. Stöhr, Ph., Lehrbuch der Histologie. 12. Aufl. 1906. p. 257.

40. Stricker, S., Handbuch der Gewebelehre. Kap. XVIII. Leber. Von Prof. E. Hering. 1871. p. 445.
41. Sudler, M. T., The architecture of the gall-bladder. Johns Hopkins Hosp. Bull. Vol. XII. 1901. p. 126–129.
42. Tobien, A. J., De glandularum ductibus efferentibus etc. Inaug.-Diss. Dorpati. 1853.
43. Toldt, C., Lehrbuch der Gewebelehre. 3. Aufl. 1888. p. 489.
44. Vicq d'Azyr, Oeuvres de, rec. et publ. par J. L. Moreau. Paris 1805. T. V. p. 343–346.
45. Virchow, R., Zur Entwickelungsgeschichte des Krebses etc. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1. Bd. 1847. p. 105, 106, 164.
46. — Über Blut, Zellen und Fasern. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 3 Bd. 1851. p. 228–248.
47. — Nachschrift zu etc. Ibid. 11. Bd. 1857. p. 469.
48. — Über das Epithel der Gallenblase und über einen intermediären Stoffwechsel des Fettes. Ibid. p. 574–578.
49. Walter, Fr. Aug., Annotationes academicae. Berolini. 1786. p. 54–85.
50. Weltz, H., Über Divertikel der Gallenblase. Inaug.-Diss. Kiel. 1894.
51. Zenker, Dr. H., Der primäre Krebs der Gallenblase etc. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 44 Bd. 1889. p. 159–184.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Querschnitt der Gallenblase (Körper) des Kalbes. Fixation Zenker. Färbung nach van Gieson. Vergrösserung 63fach. Siehe Text S. 572.

Fig. 2. Querschnitt der Gallenblase des erwachsenen Menschen. Fix.? Färbung nach van Gieson. Vergr. 63fach. S. 573.

Fig. 3. Querschnitt der Gallenblase des erwachsenen Menschen. Fix. Zenker. Färbung nach van Gieson. Vergr. 63fach. S. 573.

Fig. 4. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase einer Schildkröte. (Emys europ.) Fix. Zenker. Färbung mit Delafieldschem Hämatoxylin und Eosin. Vergr. 760fach. S. 579.

Fig. 5. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase einer Schildkröte (Emys europ.). Fix. Zenker. Färbung mit Hansenschem Eisenhämatoxylin. Vergr. 760fach. S. 579.

Fig. 6. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des Schweins. Fix. Zenker. Färbung mit Delafieldschem Hämatoxylin und Eosin. Vergr. 760fach. S. 579.

Fig. 7. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des Schweins. Fix. Zenker. Färbung wie in Fig. 6. Vergr. 760fach. S. 583.

Fig. 8. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des Schweins. Fix. Zenker. Färbung wie in Fig. 6. Vergr. 760fach. S. 583.

Fig. 9. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Fundus) des Schafes. Fix. Zenker. Färbung nach van Gieson. Vergr. 760fach. S. 582.

Fig. 10. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Fundus) eines Schafes, das mit Distomum (Fasciola) hepatic. stark infiziert war. Fix. Zenker. Färbung mit Delafieldschem Hämatoxylin und Eosin. Vergr. 760fach. S. 583.

Fig. 11. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des erwachsenen Hundes. Fix. Zenker. Färbung nach van Gieson. Vergr. 760-nach. S. 583.

Fig. 12. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des erwachsenen Katze. Fix. Zenker. Färbung mit Delafieldschem Hämatoxylin und Eosin. Vergr. 760fach. S. 583.

Fig. 13. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Hals) eines 4½-monatlichen menschlichen Fetus. Fix. Zenker. Färbung mit Delafieldschem Hämatoxylin und Eosin. Vergr. 760fach. S. 582.

Fig. 14. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des erwachsenen Menschen. Fix. Zenker. Färbung nach van Gieson. Vergr. 620fach. S. 581.

Fig. 15. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase des erwachsenen Menschen. Fix.? Färbung wie in Fig. 14. Vergr. 760fach. S. 580.

Fig. 16. Flachschnitt der Schleimhaut der Gallenblase des erwachsenen Menschen. Fix.? Färbung wie in Fig. 14. Vergr. 760fach. S. 580.

Fig. 17. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des Kalbes. Fix. Zenker. Färbung wie in Fig. 14. Vergr. 760fach. S. 585.

Fig. 18. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Fundus) des Kaninchens. Fix. Zenker. Färbung nach Disse. Vergr. 970. S. 583.

Fig. 19. Querschnitt der Schleimhaut der Gallenblase (Körper) des Kalbes. Fix. Zenker. Färbung mit Delafieldschem Hämatoxylin und Eosin. Vergr. 390fach. S. 589.

Fig. 20. Querschnitt der Gallenblase (Hals) eines Kaninchens. Fix. Zenker. Färbung wie in Fig. 19. Vergr. 63fach. S. 590.

Fig. 21. Querschnitt der Gallenblase (Hals) einer erwachsenen Katze. Fix. Zenker. Färbung nach van Gieson. Vergr. 390fach. S. 591.

Aus dem veterinär-anatomischen Institut der Universität Zürich.
(Prof. Dr. Zietzschmann).

DIE INNEREN IRISSCHICHTEN DER HAUSSÄUGETIERE.

VON

E. KLINGE,
DELITZSCH.

Mit 24 Figuren im Texte.

Im Jahre 1866 entfachte Henle (17) durch seine Veröffentlichung, dass die vor dem hinteren Pigmentepithel der Iris sich befindende Bruch sche Membran muskulöser Natur sei, den langwierigen Dilatatorstreit. Es schlossen sich seiner Ansicht Luschka (26) Merkel (27), Hüttenbrenner (21), Iwanoff (22), Jeropheef (22), Dogiel (3) und zum gewissen Grade auch Faber (6) an, während ihm in Grünhagen (11), der in einzelnen Abhandlungen die muskulöse Beschaffenheit der Bruchschen Membran leugnete und hinter dieser ein zweischichtiges Epithel beschrieb, der heftigste Gegner entstanden war. Ausser in Hampeln (14) fand sich als wichtigster Verfechter der Ansicht Grünhagens Schwalbe (32), der die Bruchsche Membran für elastisch ansah und entwickelungsgeschichtlich den Beweis erbrachte, dass die der strittigen Membran hinten anliegenden Kerne der vorderen Retinaschicht der secundären Augenblase entspräche. Schwalbe verstand es, die Grünhagensche Theorie vollständig zur Geltung zu bringen und schien der Dilatatorforschung eine entscheidende Wendung zu geben; denn die folgenden Autoren, wie Eversbusch (5), Boe (2), Koganei (24), Fuchs (9) und Michel (28), die ein doppelschichtiges hinteres Epithel und davor eine bald fibrilläre, bald elastische Bindegewebslamelle beschrieben, bekannten sich als Dilatatorgegner. Nur Retzius (31) nahm einen unentschiedenen Standpunkt ein; er wagte es nicht, der Bruchschen Membran den

muskulösen Charakter abzusprechen, obwohl er im allgemeinen in das Lager der Dilatatorgegner hinüberneigte.

Einen recht schätzenswerten Fortschritt in der Entwickelung der Dilatatorfrage bedeutete die Möglichkeit, die Schnitte zu depigmentieren. Juler (23) wandte 1894 das Depigmentierungsverfahren (nach der Griffithschen Methode) zuerst an und wies zwischen dem Stroma und dem doppelschichtigen Irisepithel eine mehrschichtige Spindelzellenlage nach, in der er den aus glatten Muskelfasern bestehenden Dilatator pupillae gefunden zu haben glaubte. In ähnlicher Weise hatte sich vor Juler schon Dostoiewsky (4) geäussert, der jedoch einen aus einfacher Lage bestehenden Dilatator neben dem doppelten Epithel annahm. Derselben Ansicht war auch Widmark (36), und in neuester Zeit vertritt Levinsohn (25) diese Teilung der hinteren Irisgrenzschichten in die beiden Epithelschichten und den davor liegenden mit eigenen Kernen versehenen Dilatator.

In eine neue Ära trat im Jahre 1896 die Dilatatorfrage durch die Untersuchungen Gabriélidés (10), der die seit langem nicht mehr bezweifelte Lehre von der Doppelschichtigkeit des Irisepithels anfocht und für die von Henle begründete Auffassung eintrat, indem er an den strittigen Irisgrenzschichten nur eine Lage depigmentierter Epithelzellen und den muskulösen Dilatator unterschied. Eine ganz ähnliche Ansicht und mit mehr Nachdruck vertrat Grunert (12) in seiner 1898 erschienenen ausführlichen Arbeit, in der er vor dem einschichtigen Irisepithel einen aus 2—5 Spindelzellenlagen sich zusammensetzenden Dilatator beschreibt, „der sich in nichts von glatten Muskelzellen unterscheidet“. Nach seiner Meinung ist die zweite von der Entwickelungsgeschichte geforderte Epithellage in den mittleren Gebieten der Iris im Laufe der Entwickelung verschwunden. Während, abgesehen von Frugiuele (8), der allein noch die Bruchsche Membran für elastisch hält, sich alle neueren Autoren über die muskulöse Beschaffenheit der viel umstrittenen Schicht

klar sind, ist die Deutung des ihr nach hinten angrenzenden Epithels noch recht verschieden gewesen. Eine weitere Klärung dieses Punktes findet sich durch die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen, auf die bereits Retzius (31) in seiner Arbeit aufmerksam gemacht hatte. Grynfeltt (13) war der erste Autor, der auf Anregungen seines Lehrers Vialleton sich die Bemerkung von Retzius zunutze machte, und durch embryologische Untersuchungen an Kaninchen, Katze und Maus überzeugte er sich von der epithelialen Natur des Dilatators, der sich aus den vorderen Polen der vorderen epithelialen Zellen der secundären Augenblase entwickelt. Die hintere pigmentierte Irisfläche teilt er in eine hintere vollkommene und eine vordere unvollkommene Zellschicht, die er als den nichtdifferenzierten und pigmentierten Teil der myogenen (vorderen) Lamelle ansieht. Den durch die Henlesche Membran repräsentierten Dilatator nennt er „membrane dilatatrice“. Er wird nach seiner Meinung gebildet „par une lame continue fibrillaire non divisible en fibres cellules“. Dagegen unterscheiden Heerfordt (16) und zwei Jahre später Szily (34) an der hinteren Irisfläche einen epithelialen Dilatator und nur eine Pigmentschicht; in ihren vorzüglichen Arbeiten beweisen sie mit exakten entwickelungsgeschichtlichen Begründungen die Zusammengehörigkeit der vorderen Epithelschicht mit der Bruchschen Membran. Dieselbe Auffassung teilen Miyake (29) und Stock (33); ferner finden die embryologischen Untersuchungen Heerfordts und Szilys eine Bestätigung in den Abhandlungen von Herzog (18) und Forsmark (7). Letzterer beschreibt allerdings noch Verstärkungsfasern des Dilatators, d. h. gröbere Fasern, sog. Myogliafibrillen, die sich gewöhnlich in geringerer Zahl der den Dilatator bildenden einfachen Schicht epithelialer Muskelzellen zugesellen. Abgesehen von Münch (30), der neben dem seiner Meinung nach funktionell zu schwachen Dilatator vor allem den Pigmentzellen eine dilatatierende Fähigkeit zuschreibt, betonen die übrigen neueren

Autoren wie Hotta (20) und Zietzschmann (39) die Zusammengehörigkeit der strittigen Gebilde.

Technisches.

Als Untersuchungsmaterial habe ich die normale Iris der Haussäugetiere (Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Hund und Katze) verwandt. Mir kam es darauf an, die inneren (hinteren) Irisschichten bei verschiedenem Stand der Pupille zu untersuchen. Je nach der erwünschten Pupillenweite habe ich deshalb verschiedene Tiere kurz vor der Tötung mit Mydriaticis bezügl. Myoticis vorbehandelt.

Um Präparate von maximaler Pupillenweite zu erhalten, enukleierte ich die Bulbi nach der Tötung meist ohne vorherige Benutzung von pupillenerweiternden Mitteln. Bei durch Hirnschlag betäubten Tieren erweitert sich die Pupille nach der allgemeinen Blutentziehung derart, dass mit wenigen Ausnahmen die gleichen Resultate zu erzielen sind wie nach Applikation der von Hotta (20) benutzen Atropin-Cocain-Eintröpfelung (Atropin 1 % und Cocain 2 %) in den Lidsack und wie nach Anwendung der Chloroformnarkose. Grössere Schwierigkeiten bereitete mir die Verschaffung von Objekten mit möglichst ausgeprägter Myosis. Bei Tieren, die ca. eine Stunde lang vor ihrem Tode mit 1 % Eserin-Einträufelung behandelt wurden, liess die Eserinwirkung postmortal, d. h. nach Gehirnschlag und allgemeiner Blutentnahme stets recht schnell nach, und vor dem Verbringen in die Fixationsflüssigkeit konnte man am sezierten Bulbus im günstigen Falle eine sich im mittleren Kontraktionszustande befindende Iris konstatieren. Von einem Pferde jedoch habe ich auf diese Weise einen Bulbus mit ziemlich gut ausgeprägter Myosisstellung erhalten. Zu bemerken ist namentlich, dass eine durch Eserin erzielte Myosis durch die Chloroformnarkose ungünstig beeinflusst wird, nicht allein durch die

mydriatische Eigenschaft des Chloroforms, sondern auch durch die Aufregung, in die das Versuchstier beim Gebrauch der Chloroformmaske versetzt wird.

Beim Hund kann man deshalb nur mittelst tiefer Morphiumnarkose (1 g subcutan) sich eine mit gutem Erfolg verlaufende Operation sichern. Bei verschiedenen Tieren, die ich einer Vorbehandlung mit pupillenverengernden Mitteln nicht unterwerfen konnte, habe ich mir auf mechanischem Wege durch Dehnen einen Ersatz für Präparate mit enger Pupille zu verschaffen gesucht, nachdem ich an anderen Tieren festgestellt hatte, dass die künstliche Manipulation denselben Effekt hatte wie die natürliche Pupillenverengerung. Die durch einen Äquatorialschnitt abgetragene vordere (corneaseitige) kleinere Bulbushälfte befestigte ich am Ciliarkörper auf einer Kork- oder Holzplatte, suchte mittelst feiner Insektennadeln einen zu einem Quadranten gehörigen Irisanteil am Pupillarrande zu erfassen und vorsichtig auszubreiten bezw. zu dehnen; den vorgeschobenen Pupillarrand dieses Teiles fixierte ich dann mittelst Einstecken der Nadeln in die Platte in dem Niveau der Pupillaröffnung, bis zu dem bei Myosis die Iris in ihrem Pupillaranteil reichen würde. Mit samt dieser mechanischen Hilfsmittel verbrachte ich den Bulbusteil in die Fixationsflüssigkeit. Auf diese Weise erhielt ich der Myosis ganz entsprechende Verhältnisse. Diese Methode erweist sich insofern als vorteilhaft, als man in ein und demselben Bulbus die extremen Kontraktions- und Dilatationszustände der Iris miteinander vergleichen kann.

Zur Fixation der stets lebenswarm eingelegten Objekte dienten Sublimateisessig-Kochsalzlösung, Formaldehyd 4 % und Formaldehyd-Alkohol 4 %; letzteres Gemisch stellte ich in der Weise her, dass ich mit 30 % Alkohol in den Handel gebrachtes Formalin (40 % Formaldehyd) bis zu 4 % verdünnte. Ferner fixierte ich in Zenkerscher Flüssigkeit, die man durch Hinzufügung von 5 g Sublimat und 5 ccm Eisessig zu 100 ccm Müller-

scher Flüssigkeit (d. h. 2—2½ g Kalium bichromicum + 1 g Natrium sulfuricum + 100 ccm Wasser) erhält, und in Carnoyscher Flüssigkeit. Die letztere, die ich mir aus 3 Teilen abs. Alkohol und 1 Teil Eisessig herstellte, verwandte ich auch in der Zusammensetzung Alcohol. abs. 6, Chloroform 3, Eisessig 1 und in der Modifikation nach van Beneden und Neyt (cf. Böhm und Oppel): Alcohol. abs. und Eisessig zu gleichen Teilen. Von diesen Methoden bewährte sich die Fixation mit Carnoyscher Flüssigkeit speciell zum Zwecke des späteren Depigmentierens der Schnitte gar nicht, obwohl die einzelnen Gewebsteile nach Anwendung dieses Gemisches in vorzüglicher Weise fixiert waren. An diesen Schnitten war nämlich nach dem Depigmentieren absolut keine Kernfärbung zu erzielen. Auch erwies sich Sublimat-Eisessig-Kochsalzlösung trotz gewissenhafter Obacht bei der Jod-Nachbehandlung recht unzuverlässig, da ebenfalls nach dem Depigmentieren die Kerne die Farbe entweder gar nicht oder nur mangelhaft annahmen. Stets ergab dagegen die Vorbehandlung der zu schneidenden Objekte vermittelst Formaldehyd, Formaldehyd-Alkohol und Zenkerscher Flüssigkeit gute, ja in jeder Weise zufriedenstellende Resultate.

Zum Einbetten habe ich grösstenteils Celloidin verwendet. Die Objekte verbrachte ich nach Beendigung der Nachhärtung aus dem absol. Alkohol zunächst 24 Stunden lang in Ätheralkohol, danach unter Luftabschluss 5 Tage in dünnes und 3 Tage in dickes Celloidin. Am 4. Tage liess ich allmählich Luft hinzutreten, und das nach mehreren Tagen vom Einbettungsgefäss sich ablösende Präparat bewahrte ich dann in 70% Alkohol zum Schneiden auf. Anfangs bediente ich mich auch der Paraffinmethode; zu diesem Zwecke legte ich das Objekt aus dem abs. Alkohol 2 Stunden in Chloroform, dann 4 Stunden in Chloroform-Paraffin und 2 Stunden in reines Paraffin. Der Aufenthalt in den letzten beiden Gemischen ist im Brutofen mit 56° Wärme notwendig, um das Paraffin flüssig

zu erhalten. Beim Depigmentieren der Schnitte hat mich die Paraffinmethode völlig im Stich gelassen; trotz sorgfältigster Obacht beim Aufkleben auf Sauberkeit der Objektträger und auf Verwendung von möglichst dünnen Schnitten (höchstens 10 μ Dicke) lösten sich 99% derselben bei der Behandlung mit den zum Depigmentieren verwendeten Flüssigkeiten total ab, oder sie wurden durch Zerstörung der Gewebsteile untauglich. Ebenso hat das Aufkleben der Paraffinschnitte mit Eiweissglycerin mir nicht im entferntesten den erwarteten Erfolg gezeitigt. Ich wandte mich deshalb bald ausschliesslich der Celloidinmethode zu.

Von jedem Objekt fertigte ich Radiär-, Tangential- und Flächenschnitte an und nahm stets an einer grösseren Anzahl derselben die Depigmentierung nach der von Grunert angewandten Methode von Alex. Alfieri (1) vor.

Nach ihrer Abspülung in Wasser bringt man die Schnitte zunächst 24—36 Stunden lang in eine Lösung von Kalium permanganic. 1 : 2000. Sonnenlicht vermag den Depigmentierungsvorgang nicht unwesentlich zu beschleunigen. Nachdem die Schnitte eine braune Farbe angenommen haben, bringt man sie in eine Lösung von Oxalsäure 1 : 300, in der man ihre vollkommene Entfärbung abwarten muss.

Bei den untersuchten Haustieren setzte namentlich das Pigment der Wiederkäuer-Iris (Rind, Schaf, Ziege) besonderen Widerstand seiner Beseitigung entgegen; Schnitte von diesen Tieren musste man wenigstens 36 Stunden in der Lösung von Kalium permanganicum belassen, und selbst Sonnenlicht vermochte dieses Verfahren nicht abzukürzen. Wie Grunert (12) schon darauf aufmerksam gemacht hat, ist es vorteilhafter die Schnitte länger in dieser Lösung liegen zu lassen. Man kann sie dann in viel kürzerer Zeit aus der Oxalsäure, in der sie nach wenigen Minuten vollkommen entfärbt sind, herausnehmen und vor zu grossem Sprödewerden bewahren.

Zur Kernfärbung bediente ich mich des Hämatoxylins, und zur Nachfärbung verwandte ich Eosin, Säurefuchsin-Pikrinsäure nach van Gieson, und Resorcin-Fuchsin zum Tingieren des elastischen Gewebes. Die depigmentierten Schnitte, die bekanntlich jede Farbe schwerer annehmen, habe ich durchweg nur mit Hämatoxylin tingiert; anfangs habe ich auch stets das Heidenhainsche Eisen - Alaun - Hämatoxylinverfahren benutzt. Doch nahm ich später von dieser Färbemethode ganz Abstand, da sie mir bei aller mit ihr verbundenen Mühewaltung nicht im mindesten bessere Erfolge brachte als die gewöhnliche Hämatoxylin-Färbemethode. Auch habe ich, nachdem die Schnitte mindestens 48 Stunden in Weigerts Hämatoxylin gelassen waren, ihre Differenzierung in der von Grunert angegebenen Säure fuchsin-Pikrinsäuremischung vorgenommen; schöne instruktive mehr oder weniger abgeblasste Bilder habe ich da schon erhalten, aber nie sah ich das Protoplasma der Muskelzellen sich leuchtend gelb von dem Rot des Bindegewebes abheben, wie es Grunert beschreibt und auf seiner Abbildung zeigt. Also die einfache Hämatoxylin-Tinktion gab mir nach dem Depigmentieren die besten Resultate, vor allem auch, da durch diese Methode stets die Dilatatorschicht deutlich von dem Stroma einerseits und der Epithelschicht andereseits sich abhob. Nebenher ist noch zu erwähnen, dass an den depigmentierten Schnitten eine Nachfärbung mit Eosin ohne besonderen Effekt blieb, weshalb ich bald von dieser Doppelfärbung Abstand nahm.

Allgemeines über den Bau der Iris der Haussäugetiere.

Einleitend schicke ich einen gedrängten Überblick über den Bau der Iris der Haussäugetiere voraus und schliesse kurz die bekannte Entwickelung der inneren Irisschichten an, soweit sie uns

hier interessiert. Die der Cornea zugekehrte Aussenfläche der Iris wird von einer kontinuierlichen Lage polygonaler platter Endothelzellen bekleidet, welche die direkte Fortsetzung der Endothelzellenschicht der Hornhaut bildet, indem jene sich am Iriswinkel der Vorderkammer von der Cornea auf die Irisfortsätze und von diesen auf die Regenbogenhaut selbst umschlägt. Nur in den mehr oder weniger tiefen Einsenkungen der Irisvorderfläche, in der Tiefe der sog. Krypten ist dieses Häutchen unterbrochen, so dass dort die vordere Kammer in direkter Verbindung mit den Lymphspalten des Irisstroma steht. Unter dieser Endothelschicht liegen eigenartige mit Pigmentkörnchen vollgepfropfte Zellen zur vorderen Grenzschicht verdichtet, deren übriger Bau den Zellen des Irisstroma gleicht.

Ohne scharfe Grenze geht diese Schicht in die Eigenschicht der Iris über. Das Irisstroma besteht aus einem lockeren und zarten Bindegewebe, dessen Faserbündel sich mehr oder weniger unregelmässig durchflechten, und es enthält zahlreiche Blutgefässe, Nerven und Lymphspalten. Diesem Bindegewebsnetz sind eigenartige mit mehr oder weniger langen Fortsätzen versehene Zellen eingelagert, die bei den einzelnen Tierarten verschiedene Formen besitzen und in ihren Fortsätzen miteinander verschmelzen. Ihr Zelleib ist bei den verschiedenen Tierarten teils mit Pigmentkörnchen vollgepfropft, teils frei von diesen. Bezüglich der Verschiedenheit im Aufbau des Irisstroma bei den einzelnen Tierarten zeichnet sich die Iris vom Hund durch das Vorhandensein einer sehr grossen Menge pigmentierter spindelförmiger Stromazellen aus, während bei der Katze Bindegewebsfasern und Stromazellen in gleichem Verhältnis vorhanden sind. Beim Schwein, Rind und Pferd dagegen tritt eine stärkere Entwickelung von Bindegewebsfasern in den Vordergrund, so dass bei diesen Tieren die Iris derb und fest gebaut ist. Von elastischen Fasern ist das Stroma frei, nur in den Blutgefässwänden finden sich elastische Elemente.

Im Bereiche der Pupillarzone ist nahe der Innenfläche des Stroma ein bei allen Säugetieren aus glatten Muskelzellen sich aufbauender platter Muskel, der Musc. sphincter pupillae eingelagert. Seine Fasern verlaufen, zu Bündeln angeordnet, cirkulär und nehmen ein Drittel bis zur Hälfte der Irisbreite ein. Nur bei den Tieren mit ovaler Pupille verlassen an den Schmalseiten die mittleren Bündel den zum Pupillarrand parallelen Verlauf und biegen unter Verflechtung mit den äusseren radiär aus (Eversbusch). An der Innenfläche des Stroma hebt sich eine bei schon mässig starker Vergrösserung erkennbare fein gestreifte membranartige Schicht ab, die am Margo ciliaris der Iris beginnt und kurz vor dem Pupillarrand verschwindet; diese Zone trennt das Stroma von der die ganze Innenfläche der Iris deckenden schwarzen bis schwarzbraunen Pigmentschicht, die entweder einheitlich erscheint oder an einzelnen Stellen schon eine Zweiteilung erkennen lässt. Mich interessieren nur die vom Stroma nach innen liegenden Gebilde und deren Beziehung zum Musc. sphincter pupillae. Wie ich schon erwähnt habe, sieht man an nichtdepigmentierten Schnitten von der feingestreiften Zone nach einwärts eine meist völlig zusammenhängende schwarze Pigmentschicht. Ein anderes Bild bietet sich unseren Augen nach dem Depigmentieren der Schnitte dar, an denen man an Stelle des Pigments eine dem streifigen Gebilde anliegende doppelte Kernreihe erkennen kann. Diese Kerne entsprechen entwickelungsgeschichtlich den beiden epithelialen Zellenlagen der Pars iridica retinae der secundären Augenblase (des Augenbechers). Diese Pars iridica retinae besteht wie die Pars optica der Sehhaut aus zwei Blättern, einem äusseren, dem sog. Pigmentblatt und einem inneren, dem retinalen Blatt, von denen letzteres durch die im frühesten Entwickelungsstadium bei der Bildung des Augenbechers erfolgte Einstülpung des distalen in den proximalen Teil der Augenblase aus dem Pigmentblatt hervorgegangen zu betrachten ist. Distal am Augenbecher sieht

man wie am ausgebildeten Auge, dass an der als Pupillarrand zu bezeichnenden Stelle die eine in die andere Epithellage sich umschlägt. Die fraglichen zwei Epithellamellen legen sich derart fest aneinander, dass der primäre Hohlraum, der Sehventrikel, völlig verschwindet. An der Basis der Iris gehen die beiden Schichten direkt über in die entsprechende Doppellage der Pars ciliaris retinae. Der Unterschied zwischen diesen beiden Zonen der Retina liegt nur darin, dass im Bereiche der Iris sich beide Zellagen mit Pigment versehen, indem von der Umschlagstelle aus allmählich die Pigmenteinlagerung auf die innere Epithelschicht übergreift und ciliar vorrückt, während die innere Schicht der Pars ciliaris retinae zeitlebens in der Hauptsache pigmentfrei bleibt, was ja auch für das Innenblatt der Pars optica retinae gilt. Wir haben es also an der Irisinnenfläche zunächst mit einer zweischichtigen Lage von Epithelzellen zu tun. Die Entwickelungsgeschichte hat aber gelehrt, dass die Zellen der äusseren Epithellage sich weiter differenzieren, d. h. aussen eine fibrilläre Zone entwickeln, die dem Irisstroma innen sich fest anlegt und die die erwähnte streifige Bruchsche Membran darstellt. Demnach also bleibt die Schichtung der Irisinnenfläche nur eine zweifache. Wir haben zu unterscheiden zwischen innerem Epithel und äusserem Epithel, das sich in eine contractile fibrillierte äussere und in eine protoplasmatische den Kern tragende innere Zone sondert.

Eigene Untersuchungen.

Pferd.

Beim Pferd sieht die Iris im Radiärschnitt, der von einem Bulbus mit weiter Pupille oder von einem atropinisierten Auge genommen ist, im ganzen kurz und gedrungen aus. Ihre Länge

nimmt auf Kosten der Dicke ab und bekommt so ein gestauchtes Aussehen. Ihr basaler Teil ist bis zur Höhe des Sphincter stark verdickt und hebt sich deutlich vom pupillaren ab, der im wesentlichen vom erschlafften Sphincter ausgefüllt wird. An diesen Präparaten fallen namentlich die inneren Irisschichten der Regenbogenhaut auf. Es besitzt das Pferd eine wohlentwickelte Bruchsche Membran (Fig. 1 b), die das Stroma von der schwarzen Pigmentschicht trennt. Sie erstreckt sich ununterbrochen von der Basis der Proc. ciliares bis zur mittleren Höhe des Sphincters. Abgesehen von ihrem ciliaren und pupillaren Ende sieht man sie nicht überall gleich stark, sondern es schwankt ihre Breite an verschiedenen Stellen, je nach dem Grade des Kontraktions- bezw. des Dilatationszustandes der Iris, der eben in der ganzen Breite der Regenbogenhaut ein recht wechselnder ist. Es erfolgt also bei Mydriasis keine gleichmässige Zusammenziehung der erweiternden Elemente, oder man erhält bei der Fixation wenigstens solche nicht. Mit Hämatoxylin-Eosin und Säurefuchsin-Pikrinsäure nach van Gieson färbt sich die fragliche Membran deutlich rot bezw. gelb und man sieht sie sich streng an die Pigmentschicht halten. Diese Membran besitzt ein schwach gestreiftes Aussehen und setzt sich aus Faserbündeln zusammen, deren Fibrillen man eine Strecke weit verfolgen kann. Nach dem bindegewebigen Irisstroma zu ist sie nicht haarscharf und gradlinig abgegrenzt, sondern es senken sich teils Bindegewebsfäden teils pigmenthaltige und pigmentfreie Stromazellen zwischen die oberflächlichsten Fibrillenbündel ein, so dass man an der Oberfläche hie und da Bindegewebskerne und Pigmentteile erkennen kann. Immerhin bleibt die Grenze nach dem Stroma hin deutlich sichtbar. Diese von aussen sich einschiebenden Bindegewebsfasern durchsetzen die ganze Membran, und man sieht sie in derselben als blasse, dem Stromabindegewebe gleichgefärbte Streifen auftreten, die die Fibrillenbündel auf kurze Strecken

auseinanderhalten. Ausserdem habe ich mittelst Resorcin-Fuchsin-Tinktion die Membran auf elastische Elemente geprüft; es waren keine nachzuweisen. Nach innen, nach der Pigmentschicht zu ist die Bruchsche Membran ebenfalls uneben und zackig abgegrenzt. Von dort sieht man vielfach zerstreute braune Körnchen und Schollen solcher auf sie vorgeschoben. Vereinzelt findet man auch Pigmentkörnchen mitten in der Membran liegen, die äussere Zone ist aber fast immer völlig pigmentfrei. An der Pigmentschicht selbst kann man eine der Membran anliegende schmale und eine die innere Oberfläche der Iris bildende breite Zone unterscheiden; von diesen macht letztere mehr als die doppelte Breite der anderen aus. In ihrer Gesamtheit sind sie 4—5 mal so dick als die Bruchsche Membran. In beiden Schichten kann man an dünnen Schnitten zwischen den ziemlich dicht gelagerten Pigmentkörnchen hier und dort Zellkerne durchschimmern sehen, die sich an untingierten Präparaten als nicht scharf begrenzte helle Stellen, in Hämatoxylin-Präparaten als blaue Punkte zu erkennen geben. In der Höhe vom Sphincter nimmt namentlich die innere breite Pigmentschicht an Dicke zu. An ihrer inneren Oberfläche erfährt sie in regelmässigen Abständen talartige Vertiefungen, die einzelne Berge abschnüren, und bekommt dadurch an dieser Seite ein wellenförmiges Aussehen. An den Stellen, wo die Iris besonders stark kontrahiert ist, hebt sich diese Pigmentschicht auf kurze Strecken von der äusseren ab und bildet Bogen; man sieht auf diese Weise cystenartige Bildungen entstehen. Im allgemeinen hängt diese Schicht der äusseren jedenfalls nur lose an und löst sich von letzterer leicht ab; dagegen lässt sich die schmale äussere Zone nur mit Mühe von der Bruchschen Membran entfernen, worauf schon Heerfordt (16) bei seinen Isolierungsversuchen an Irides vom Kalbe aufmerksam gemacht hat. Die radiären Falten an der inneren Irisfläche sind beim Pferd verhältnismässig flach, sie fallen selbst in

schräg zu ihnen gelegten Schnitten kaum auf und werden von den gesamten inneren Irisschichten ausgekleidet.

Einen guten Einblick in die zum grössten Teil von dunklem Pigment verdeckten inneren Irisschichten gewähren uns depigmentierte Schnitte. An der Bruchschen Membran tritt eine deutliche Abgrenzung von einzelnen Fibrillenbündeln, die mehr oder weniger parallel nebeneinander verlaufen zutage. Zwischen den einzelnen Bündeln fallen namentlich die helleren Streifen auf (Fig. 1b); diese werden von den aus dem Stroma eindringenden Bindegewebsfasern gebildet und zerlegen die Bruchsche Membran in einzelne Züge. Vielfach sieht man, wie schon oben beim pigmentierten Schnitt erwähnt, vom Stroma her Bindegewebsfasern und Zellen direkt zwischen die oberflächlichen Fibrillenbündel sich einschieben, wodurch die Abgrenzung stromaseits uneben und wenig bestimmt wird. Von dieser Seite her können auch Kerne von Bindegewebszellen eingelagert sein; meist liegen diese nur gerade an der Grenze, noch im Bindegewebsstroma. Durch das gegenseitige Ineinandergreifen der Fibrillen der Bruchschen Membran und der Bindegewebsfasern seitens des Stroma wird der Zusammenhang zwischen beiden Gebilden wesentlich gefestigt, sodass eine Ablösung der Bruchschen Membran nicht leicht erfolgt. An der Innenseite der streifigen Schicht erblickt man an Stelle des Pigments eine grobe Gruppierung von zwei verschieden aussehenden Kernzonen (Fig. 1c u. d). Die äussere, der Membran anliegende, gehört zu einer Lage von verhältnismässig niedrigen kleinen unregelmässig polygonalen Protoplasmaleibern; diese liegen sehr dicht nebeneinander (Fig. 1c); hie und da findet sich unter ihnen auch einmal ein cylindrisch geformter. Ihre runden bis leicht ovalen Kerne besitzen ein Kernkörperchen; die ovalen sind mit ihrer Längsachse je nach der Form des zugehörigen Protoplasmaleibes entweder senkrecht oder, was meist der Fall ist, schräg zur Bruchschen Membran gerichtet.

Hier und da sieht man auch einzelne Kerne in ihrer Längsrichtung der inneren Oberfläche der Membran aufgelagert. Sie liegen dicht aneinandergedrängt und decken sich teilweise; man findet sie dunkler tingiert und mehr als doppelt so zahlreich als die Kerne der inneren Epithellage. An Stellen, wo eine besonders starke Raffung des inneren Epithels eingetreten ist, findet man sie in zwei Reihen übereinandergeschoben (Fig. 1c).

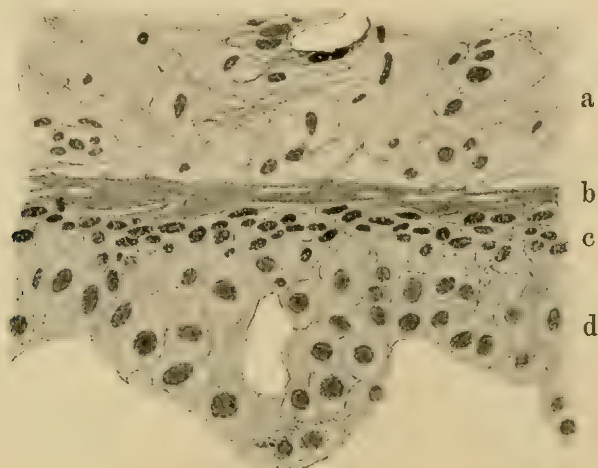


Fig. 1.

Radiärer Schnitt durch eine atropinisierte Iris vom Pferde; depigmentiert. Mittlere Irispartie. Die Epithelzellen der äusseren Lamelle sind zu mehreren Reihen zusammengeschoben; durch starke Raffung ist es zu einer Bogenbildung der inneren Lamelle gekommen.

Allgemeine Bezeichnung für die im Text vorkommenden Figuren: a Irisstroma. b Bruchsche Membran. c Epitheliale Teile der Dilatatorzellen. d Zellen der inneren Irislamelle. Alle Schnitte sind gefärbt mit Hämatoxylin-Eosin; die depigmentierten nur mit Hämatoxylin. Fixation, wenn nicht besonders erwähnt, Formalin-Alkohol. Celloidin-Einbettung. Vergrösserung, wo nicht besonders bezeichnet, Oc. 6., Oel. I. 1/12 eines Zeissschen Mikroskopes.

An nicht zu stark entfärbten Schnitten zeigen diese Protoplasmateile an den beiden Seitenflächen und an ihrer der innern Epithellage zugekehrten Seite deutliche Konturen; dagegen geht ihr Zelleib nach aussen ohne Grenze in die Bruchsche Membran über. An günstigen Stellen kann man sogar Fibrillen der Bruchschen Membran in den Zelleib einzelner Protoplasmahaufen einstrahlen bezw. aus diesen ausstrahlen sehen, wie es schon Zietzschmann (39) abgebildet hat. Sehr selten wird

durch deutlich hervortretende an dieser Seite entlang ziehende Fibrillenbündel der Bruchschen Membran eine scharfe Kontur gebildet. Man erkennt also, dass fragliche Protoplasmateile und Fibrillenbündel zusammengehören und nicht zwei getrennte Bildungen darstellen. Damit stimmt auch überein, dass an lebensfrischen Präparaten die äussere (vordere) Pigmentschicht sich verhältnismässig schwer von der Bruchschen Membran beseitigen lässt. Heerfordt (16) war es zuerst gelungen, Licht in diese Frage zu bringen. Er isolierte die Elemente der Bruchschen Membran beim Menschen, Kaninchen und Kalbe und konnte finden, dass je ein kernhaltiger Protoplasmateil der äusseren Pigmentschicht untrennbar zusammengehöre mit einem ihm aussen (nach dem Stroma hin) anliegenden Fibrillenbündel, so dass spindelige Zellen entstehen. Der kernhaltige pigmentierte Protoplasmateil bildet also einen einseitigen (inneren) Belag an den mittleren Partien einer jeden Fibrillenspindel. Dadurch, dass die Fibrillenspindeln der einzelnen Zellen sich direkt aneinander legen, entsteht die sog. Bruchsche Membran an der Grenze von Stroma und Pigment, und die pigmentierten Protoplasmateile bilden die äussere Pigmentschicht. Man muss deshalb die Fibrillenbündel der Bruchschen Membran und den einer jeden innen angelagerten Protoplasmahaufen als eine histologische Einheit betrachten. Die Zusammengehörigkeit dieser beiden Gebilde hat Heerfordt und später auch Szily (34) ausserdem mit entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen begründet und bewiesen, dass die streifige Bruchsche Membran aus den Zellen des äusseren Blattes der sekundären Augenblase (des Augenbechers) sich direkt entwickelt. Beide Autoren konnten finden, dass beim Menschen zirka um die 24. Woche der Schwangerschaft das äussere oder Pigmentblatt der embryonalen Iris aus hohen zylindrischen Zellen mit etwas zurückgezogenen Kernen besteht. Die dem Irisstroma zugekehrten kernlosen Zellenenden verschmelzen dann zu einer gleichmässig pigmen-

tierten Lamelle. Ihr Protoplasma differenziert sich später zu einer Menge radiär verlaufender Fibrillen, die sich zu abgegrenzten radiären Bündeln sammeln, aus denen alles Pigment verschwindet. Während der ganzen Entwickelung bleibt der enge Zusammenhang dieser differenzierten Faserschicht mit den innen anliegenden nicht umgebildeten Protoplasmateilen bestehen, so dass ein jedes Fibrillenbündel in intimer Verbindung mit einem kernhaltigen Zellteil bleibt. Heerfordt (16) bezeichnet diese aus Zellen des Ectoblasten sich bildenden contractilen Elemente, die ja physiologisch und histologisch übereinstimmende Merkmale mit den glatten Muskelzellen besitzen, als „epitheliale glatte Muskelzellen" und stellt sie den Muskeln der Actinien und den contractilen Elementen der Schweissdrüssen des Menschen gleich. Auch hier findet sich ein protoplasmatischer Teil einseitig einem contractilen Fibrillenteil angelagert. Es entwickeln sich also hier contractile Zellen (Muskelzellen) aus Elementen des äusseren Keimblattes. Die gleiche Tatsache ist ja auch für die mit glatten Muskelzellen völlig übereinstimmenden Elemente des Musc. sphincter pupillae erwiesen (Szily, Herzog (19) etc.), und dasselbe trifft auch für die Muskelelemente der Schweissdrüsen zu (Heerfordt).

Die innere Kernzone endlich gehört zu einer Schicht von Epithelzellen, die im pigmentierten Präparat die innere breite Pigmentlage darstellt. Sie entspricht entwickelungsgeschichtlich der inneren Lamelle der sekundären Augenblase (des Augenbechers). Die Zellen dieser Epithelschicht überziehen gleichmässig die ganze Innenfläche der Iris und sind bei weiter Pupille in mehrfacher Lage übereinander geschoben (Fig. 1 d). An manchen Stellen, an denen vielleicht eine besonders starke Contraction der Dilatatorzellen stattgehabt hat, sind die inneren Zellen derartig dicht aneinander gedrängt, dass sie von der äusseren Pigmentschicht sich auf kurze Strecken abheben und zierliche nach innen konvexe Bogen bilden, wie ich oben schon

andeutete. Solche Bilder machen ganz den Eindruck, als handle es sich hier um Cystenbildungen. Dass diese Bogen physiologische Erscheinungen an der Irishinterfläche darstellen und der Ausdruck einer hochgradigen Raffung sind, ist ohne weiteres damit zu belegen, dass man solche Bildungen niemals dann beobachtet, wenn man durch Eserinbehandlung oder mechanische Dehnung sich eine enge Pupille verschafft. Übrigens findet man auch alle Übergänge zwischen gestreckt dem äusseren Pigment anliegenden Teilen und den zierlichen Bogen. Im allgemeinen sind diese Epithelzellen breiter, grösser und zwei- bis dreimal so hoch als die vorderen Protoplasmaleiber. Unter den meist unregelmässig polygonalen Zellbildungen finden sich vielfach hochcylindrisch geformte Zellen. Ihr Protoplasma zeigt wie auch das der äusseren (vorderen) Zelleiber eine gleichmässige, wabenartige Struktur, d. h. es ist von einem zierlichen, dunklen Netzwerk durchzogen, welches runde Maschen bildet (Fig. 1c und d). Dieses Bild kommt dadurch zustande, dass durch den Depigmentierungsprozess die Protoplasmaeinschlüsse, die farbigen Körner aufgelöst wurden. Mehr oder weniger in der Mitte gelegen beherbergen diese Zellen einen bläschenförmigen, meist runden oder in senkrecht gestellten cylindrischen Zellen auch leicht ovalen Kern, der nur ein deutliches Kernkörperchen besitzt. Wie die Epithelzellen an Irides mit weiter Pupille selbst, so liegen naturgemäss auch die Kerne in mehrfacher Lage übereinander. Bis zu fünf Schichten kann man zählen.

Bei enger Pupille hat die Iris in Radiärschnitten auf Kosten der Dicke eine mehr oder weniger beträchtliche Länge bekommen. Durch die Wirkung des sich contrahierenden Sphincters sind alle Irisschichten gedehnt und haben sämtlich an Dicke abgenommen, naturgemäss auch die uns interessierenden inneren Lagen; selbst mit starker Vergrösserung präsentiert sich Bruchs Membran als ein recht schmales Gebilde, das eine sehr feine Fibrillierung in der Längsrichtung verrät. Vielfach

sieht man einerseits vom Stroma, andererseits von der Pigmentschicht her pigmentierte Zellteile und braune Körnchen auf die Membran vorgeschoben, so dass sie an manchen Stellen kaum noch sichtbar ist und sogar verschwunden zu sein scheint. Viel deutlicher als an Schnitten von weiter Pupille kann man bei Myosis an dem Irispigment eine Zweischichtung erkennen. Beide Lagen sind entschieden dünner geworden, was vor allem für die innere gilt. Meist ist der Dickendurchmesser an der inneren Pigmentlage der äusseren gegenüber grösser; an manchen Stellen ist er gleich gross. Die äussere der Bruchschen Membran angrenzende Pigmentlage zeigt von der Höhe des peripheren Drittels des Sphincters ab immer die gleiche Dickenausdehnung; dagegen schwankt die innere in ihrer Breite beträchtlich. Sie lässt an vielen Stellen radiär hintereinander angeordnete spindelförmige Anschwellungen erkennen, die durch kurze schmale Brücken miteinander verbunden sind. In breiter Ausdehnung oft erscheint die innere von der äusseren Pigmentlage abgelöst. Bogenbildungen kommen dagegen, wie schon oben angedeutet, nirgends zu Gesicht.

An depigmentierten Präparaten (Fig. 2) präsentiert sich die Bruchsche Membran ebenfalls zweifellos schwächer infolge der Eserineinwirkung. An einigen Stellen besteht sie aus sehr dünnen, lose nebeneinander verlaufenden Fibrillenbündeln. Die angrenzenden Protoplasmateile haben sich durch radiäre Dehnung ganz flach der Membran angelegt, bezw. zwischen deren Fibrillen sich hineingeschoben, so dass von ihnen im gut ausgeprägten Myosisstadium fast nur die Kerne zu sehen sind, während von ihrem Protoplasmaleib nur eine äusserst schmale Schicht in die Augen fällt. Nicht in allen Teilen eines Schnittes findet sich die Myosis gleich gut ausgeprägt; im Gegenteil sieht man neben Stellen, die die eben geschilderten Verhältnisse vorzüglich gut aufweisen, direkt solche, in denen ziemlich grosse, unregelmässige, polygonalgeformte kernhaltige Protoplasmaleiber der

streifigen Schicht innen angelagert sind. Die Kerne, die fast alle eine ovale Gestalt angenommen haben, liegen in radiärer Richtung wesentlich weiter voneinander entfernt als im atropinisierten Auge. Sie sind meist mit einem Pole in die Membran gepresst oder der Länge nach der Innenfläche der Bruchschen Membran angeschmiegt. Hier und da konnte ich auch einen Kern mitten in der Membran liegend finden. An günstigen Stellen sieht man die Fibrillen der Bruchschen Membran in ihre zugehörigen Protoplasmateile einstrahlen, wie ich es oben schon des näheren ausgeführt habe. Die innere Epithellage ist durch die radiäre Dehnung durchgängig einschichtig geworden und setzt sich aus langgezogenen, unregelmässigen, polygonalen Zellen mit bläschenförmigen meist runden Kernen zusammen. Diese liegen mit ihren schmalen Seiten aneinander gereiht. Zwischen je drei bis vier Zellen lassen sich an dieser Lage Einschnürungen erkennen, zwischen denen die oben schon erwähnten spindelförmigen Verdickungen sich präsentieren. An nicht gut gedehnten Stellen und hinter dem Sphincter findet man auch kubische und cylindrische Epithelzellen. Eine Anzahl von Präparaten, die mir aus der Sammlung des Instituts zur Verfügung standen, zeigte mir die inneren Irisschichten in allen ihren Teilen im ausgeprägtesten Zustand der Myosis. Die Bruchsche Membran ist in pigmenthaltigen Schnitten nur äusserst schwach erkennbar, teilweise fehlt sie sogar gänzlich, so dass an die innere Grenze des Stromas sich sofort die Pigmentschicht anreiht. Die äussere Irislamelle ist membranartig dünn geworden und hebt sich stellenweise deutlich von der inneren höheren ab. Letztere hat sich ebenfalls unverhältnismässig stark verschmälert, zeigt aber zwischen zahlreichen Einschnürungen die schon geschilderten spindelförmigen Anschwellungen noch. An depigmentierten Schnitten präsentiert sich die Bruchsche Membran ebenfalls ganz dünn und fein fibrilliert; ihr sind aber die zahlreichen ovalen bis stäbchenförmigen Kerne der äusseren

Lamelle eingelagert (Fig. 2 e), die kaum von den Kernen des Sphincter zu unterscheiden sind. Von einer äusseren, der Membran anliegenden Kernreihe kann man also nicht mehr sprechen; die Kerne sind sämtlich mit ihren Protoplasmamassen in die streifige Schicht hineingezogen, so dass die äussere Irislamelle das Aussehen erhält, als ob sie aus einheitlich aufgebauten, den gewöhnlichen glatten Muskelelementen sehr ähnlichen Zellen zusammengefügt wäre, die in einfacher Reihe radiär hintereinander gestellt sind. Streng genommen ist also in einem solchen Stadium eine Bruchsche Membran nicht mehr vorhanden,

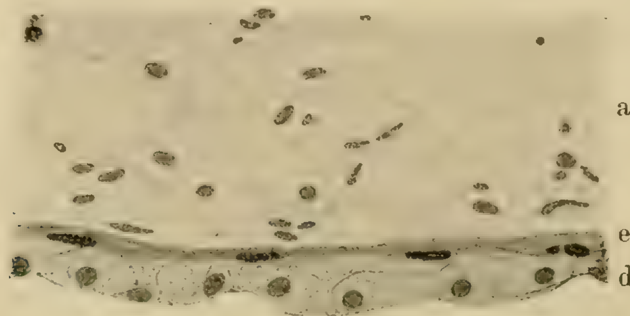


Fig. 2.

Radiärer Schnitt durch eine Iris vom Pferde mit enger Pupille; depigmentiert. Präparat aus der Sammlung. Mittlere Irispartie. e äussere Irislamelle; Kerne und Protoplasma sind zum grössten Teil zwischen die Fibrillen der Bruchschen Membran eingezogen.

so dass sie Zietzschmann (39) mit Recht als eine temporäre Bildung bezeichnen durfte. Der inneren Oberfläche dieser Zellschicht liegt direkt die einschichtige innere Epithellage auf (Fig. 2 d). Auch ihre Zellen sind stark in die Länge gezogen; sie besitzen einen bläschenförmigen, meist runden Kern. Wie im Eserinschnitt bekommt die innere Epithelschicht dadurch ein welliges Aussehen, dass stärker und weniger stark gedehnte Zellen oder Zellkomplexe mit einander abwechseln.

Um die Struktur der inneren Irrisbekleidung möglichst genau bei unsern Haustieren kennen zu lernen, habe ich, wie verschiedene Autoren es schon getan haben, auch Tangentialschnitte durch die Iris angefertigt. An solchen Schnitten

präsentieren sich sämtliche inneren Irisschichten mit ihren Radiärfalten im Querschnitt getroffen. Die Bruchsche Membran erweist sich an Präparaten von atropinisierter Iris als ein breiter und gezackter Streifen zwischen dem Irisstroma und dem Pigment. Dieser Streifen setzt sich aus zahlreichen unregelmässigen Feldern zusammen, die eine mehr oder weniger deutliche Punktierung erkennen lassen. Diese Zeichnung ist so zu deuten, dass jedes Feld einen Querschnitt durch ein zu einem kernhaltigen Protoplasmaleib gehöriges Fibrillenbündel darstellt, während die Punktierung derselben auf den Aufbau aus einzelnen Fibrillen (Primitivfibrillen der glatten Muskelfasern) hinweist, die naturgemäss ebenfalls im Querschnitt getroffen sein müssen. Nach dem Stroma zu liegen die Felder etwas weiter auseinander; es treten spaltförmige Lücken zwischen ihnen hervor, die dadurch bedingt werden, dass sich dort zwischen sie Bindegewebszüge und oft auch Teile von pigmentierten oder pigmentfreien Stromazellen einschieben. Nach Färbung mit Säurefuchsin-Pikrinsäure (van Gieson) sieht man die bindegewebigen Elemente deutlich rot gefärbt zwischen der gelb tingierten Felderung der Membran liegen. Ebenso wenig gradlinig zeigt sich die Begrenzung nach innen, nach dem Pigment zu, von wo aus sich auf die Bruchsche Membran isolierte Körnchen oder Körnchenhaufen vordrängen. Auf diese Weise wird also die innere Begrenzung der Membran undeutlich, was man von der äusseren gegen das Stroma hin ja nicht sagen kann. Am Pigment kann man ebenfalls wieder mehr oder weniger deutlich zwei Schichten unterscheiden, von denen die innere mindestens die doppelte Breite der äusseren umfasst und nicht selten sich von letzterer absondert. An verschiedenen Stellen lässt das Pigment Kerne durchschimmern.

An depigmentierten Schnitten fällt wieder die Bruchsche Membran als ein aus zahlreichen Feldern sich zusammensetzender breiter Streifen auf, dessen Innenfläche von einer

dichtgedrängten Kernreihe begrenzt wird. An einzelnen Stellen sieht man die Kerne in zweifacher Lage übereinandergeschoben. Die sie umhüllenden Protoplasmamassen sind innig mit der Membran verbunden und gehen teils ohne scharfe Grenze in die Fibrillenbündel der Membran über, teils schieben sie sich zwischen dieselben. Die Kerne sind meist rund, selten leicht oval; im letzteren Falle sind sie dann senkrecht zur Membran gestellt; die diesen Kernen zugehörigen Protoplasmateile sind den inneren Zellen gegenüber klein und besitzen eine unregelmässige polygonale Form. Ihre Begrenzung ist nach der inneren Epithellage zu und teilweise auch an ihren beiden Seitenflächen, also benachbarten Zellen der gleichen Lamelle gegenüber, deutlich erkennbar. Die Zellen der inneren Epithelreihe zeigen sich hochcylindrisch und mit deutlichen Konturen versehen. Ihre bläschenförmigen, ein Kernkörperchen enthaltenden Kerne sind weniger intensiv gefärbt und treten etwa halb zo zahlreich wie in der äusseren Kernreihe auf. Beide Kernreihen heben sich deutlich von einander ab. Das Zellprotoplasma zeigt wiederum die Bläschenbildung, die durch das netzartig angeordnete Protoplasma bedingt wird. Hier sei noch besonders erwähnt, dass sowohl am pigmenthaltigen wie am depigmentierten Tangentialschnitt die quergetroffenen radiären Faltentäler an der Innenfläche in jedem Falle von der gesamten Bekleidung der Iris austapeziert sind, so dass hier also keinerlei Abänderung im Aufbau und der gegenseitigen Aneinanderlagerung der Schichten erfolgt.

An Tangentialschnitten einer eserinisierten Iris sehen wir ihre inneren Schichten wesentlich verändert. Die Bruchsche Membran ist gegenüber der Atropiniris niedriger und stellt einen schmalen Saum dar; ihre Felderung, an der ebenfalls eine deutliche Punktierung erkennbar ist, ist deutlicher abgesetzt. Die Einschnitte, die sie aussen von den Bindegewebsfasern des Stroma erfährt, sind relativ tiefer geworden und zerlegen die

Membran gleichsam in ihre Bestandteile, d. h. in die einzelnen Fibrillenbündel. Die Einheitlichkeit der Membran verliert also in solchen Schnitten wesentlich. Nicht überall findet man dies gleich gut ausgebildet. So zeigt die Bruchsche Membran an schräg getroffenen Stellen faserförmige Ausstrahlungen. Auf der anderen Seite sieht man vom Pigment her Körnchen und Haufen vorgedrängt, welche die Membran stellenweise beinahe vollständig verdecken. Am Pigment fällt wieder beim eserinisierten Auge die scharfe Teilung in seine zwei Schichten auf. Beide Schichten sind ganz entschieden niedriger als nach Anwendung von Atropin, namentlich hat die innere bedeutend an Dicke abgenommen;

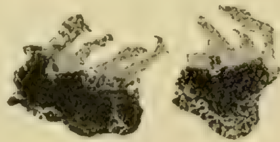


Fig. 3.

Tangentialschnitt einer eserinisierten Iris vom Pferde; isolierte Zellen aus der äusseren Lamelle, von einer Stelle, an der die Eserinwirkung nur schwach zur Geltung gekommen ist. Dem Pigment sitzen aussen zu Blättchen angeordnete Fibrillenbündel an. Fixation mit Sublimat-Eisessig. Oc. 4., Oel. I. $^1/_{12}$ eines Reichertschen Mikroskopes.

im allgemeinen aber weist sie doch noch die doppelte Stärke der äusseren Pigmentlage auf. An Stellen, wo sich die innere Pigmentlage abgesondert hat, lässt sich die äussere vollständig in ihre Bestandteile zerlegen. Man sieht einzelne Pigmenthaufen mit ihren vielfach hindurchschimmernden Kernen mit bestimmten Fibrillenbündeln in intimster Verbindung stehen. Fig. 3 stellt Zellen im Tangentialschnitt bei mässige Myosis dar. Sie zeigt uns zwei Pigmenthaufen, die aus dem Verbande herausgenommen worden sind. Dem Pigment sitzen im Querschnitt quergetroffene Fibrillenbündel auf, die zu Plättchen angeordnet sind. Ihre Punktierung entspricht der untergeordneten Fibrillierung dieser Plättchen. Die radiären Falten weisen im Tangentialschnitt der Atropiniris gegenüber keine Veränderungen auf.

In depigmentierten Schnitten aus der eserinisierten Iris sind die Protoplasmateile, die der Bruchschen Membran innen anhängen, grösstenteils zwischen die quergetroffenen Fibrillenbündel hineingezogen. Verschiedentlichst erscheint der Protoplasmateil gänzlich verschwunden; die Kerne liegen dann der Membran direkt an oder werden von deren Faserbündeln gleichsam umfasst, sodass die Kerne in die Membran zu liegen kommen. Nicht an allen Stellen tritt dies so deutlich zu Tage. Denn dort, wo die Eserinwirkung weniger gut eingetreten ist oder wieder nachgelassen hat, sieht man niedrige Protoplasmateile, teils mit teils ohne Kern deutlich der Membran innen angelagert. Die intensiv blau gefärbten Kerne sind meist rund, selten leicht oval und haben im Vergleich zum atropinisierten Auge im Schnitt an Zahl bedeutend abgenommen. Die Zellen der inneren Epithelreihe findet man in einfacher Lage kubisch und cilindrisch geformt. Die bläschenförmigen runden Kerne liegen im allgemeinen in einer Reihe, nicht aber in einer Höhe. Da die Zellen der inneren Schicht durch die Eserinwirkung abgeflacht und gedehnt sind, hat der geführte Tangentialschnitt wenig Kerne getroffen; es treten deshalb zahlreiche Zellen ohne Kerne in die Erscheinung.

Endlich habe ich noch Flachschnitte (parallel zur Oberfläche der Iris) angelegt und zwar sowohl aus Irides mit weiter wie enger Pupille. An solchen gelingt es wegen der Unebenheit der Irishinterfläche schwer, die Bruchsche Membran mit ihren kernhaltigen Protoplasmateilen in grösserem Umfange zu treffen. Es werden die Seitenwände der parallel verlaufenden Irisfalten mehr oder weniger schräg zum Teil auch senkrecht (horizontal) geschnitten. In der Höhe der Faltenberge trifft der Schnitt das Stroma. In der Höhe der Faltentäler dagegen geht er durch das innere Irispigment hindurch, so dass sich im günstigsten Präparat Stroma und Pigmentstreifen mehr oder weniger parallel verlaufend abwechseln. Zwischen ihnen tritt

naturgemäss die Bruchsche Membran hervor (Fig. 3a). An den Stellen, an denen der Schnitt sich aus dem Gebiet der inneren Irisschichten in das Stroma erhebt, enden die Pigmentfalten natürlich in einer Zickzacklinie; die Stromastreifen dagegen fliessen zu einer einheitlichen Masse zusammen. Die Bruchsche Membran tritt aber überall als mehr oder weniger breiter Grenzstreifen zwischen dem Stroma und Pigment auf, und bildet auf der Höhe der zickzackförmigen Endigung der Pigmentschicht



Fig. 3a.

Flachschnitt durch eine Iris vom Pferde mit weiter Pupille. Die Falten der Irishinterfläche sind als radiäre Streifen sichtbar. e Dilatatorschicht.

pigmentfreie, lange, pyramidenförmige Aufsätze (Ausschalungen), die dann scheinbar selbständig in das Stroma ausstrahlen (Fig. 3a). Wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Fibrillen der Membran im radiären Faltental stets den am meisten gegen das Stroma bezw. die Irisaussenfläche vorgeschobenen Teil, ich möchte sagen den First derselben darstellen, so wird dies geschilderte Bild verständlich. Es kann sich hier, wie die Tangentialschnitte ohne weiteres lehren, nicht etwa um selbständige Ausstrahlungen der Bruchschen Membran handeln. Wir haben weder im Radiärschnitt noch im tangential geführten etwas Derartiges gefunden. Ich betone das hier ganz besonders, da es bei anderen Tieren

solche Bildungen gibt. Näheres siehe bei den Wiederkäuern und dem Schwein. An allen Stellen zeigt die Membran eine deutliche Streifung in der Längsrichtung der erwähnten radiären Falten; sie nimmt bei Tinktion mit Hämatoxylin-Eosin und Säurefuchsin-Pikrinsäure (van Gieson) eine leuchtend rote bezw. gelbe Farbe an und hebt sich dadurch deutlich vom Pigment und dem Bindegewebe ab. Die Fibrillenbündel der Membran senken sich weit in das Bindegewebsstroma ein und verschwinden allmählich in ihm, so dass die Grenze nicht immer deutlich erscheint. Selbst die sorgfältigste Tinktion lässt im Stich. Vom Stroma aus drängen sich häufig langgestreckte Bindegewebszellen mit äusserst feinen Pigmentkörnchen zwischen die Fibrillenbündel ein, während von der anderen Seite her Haufen grober Pigmentkörnchen aus der Pigmentschicht ausstrahlen, wie ich das ja schon an anderer Stelle eingehend beschrieben habe. An der Grenze zwischen dem inneren Pigment und der Bruchschen Membran schimmern leicht ovale Kerne durch, die zur äusseren Lamelle gehören. An Schnitten durch eine Iris, deren Pigment vor dem Härten möglichst gut abgepinselt ist, sieht man der Innenfläche der fibrillär gezeichneten Membran ebenfalls zahlreiche leicht ovale Kerne anhängen. Diese Kerne gehören der äusseren Lamelle an und haben der mechanischen Einwirkung des Abpinselns widerstanden, während die pigmentierten Zellen der inneren Lage völlig abgelöst wurden. Es ist das eine Tatsache von hoher Bedeutung. Zeigt sich doch, dass kernhaltige Protoplasmateile und Membran innig zusammengehören und ziemlich starken mechanischen Einwirkungen gegenüber sich sehr widerstandsfähig erweisen. Viel lockerer sind dagegen äussere und innere Lamelle verbunden. Dort ist eine Trennung ohne Schwierigkeit zu erzielen. Die Entwickelungsgeschichte gibt hierüber ja auch genügenden Aufschluss. Eingehende Isolierungsstudien hat Heerfordt (16) vor allem an der Kalbsiris gemacht und in seiner vorzüglichen

Arbeit dargelegt. Er schreibt, dass sich die hintere Schicht immer ziemlich leicht von der vorderen trennen liesse. Die vordere dagegen „war fest, um nicht zu sagen unzertrennlich mit der vorn anliegenden Bruchschen Membran verbunden. Mit Mühe konnte es gelingen, die meisten Kerne von der Membran abzuschaben.“

Im depigmentierten Schnitt heben sich die intensiv gefärbten Faserbündel der Bruchschen Membran ebenfalls ausgezeichnet von ihrer matter tingierten Umgebung ab. Stromawärts verlieren sich ihre Fibrillen zwischen den Bindegewebsfasern und deren Zellen. Auf der anderen Seite sind der Bruchschen Membran (zwischen ihr und den Zellen der inneren Epithelschicht) die schon oben beschriebenen zahlreichen leicht ovalen Kerne aufgelagert. Sie sind intensiv gefärbt, radiär geordnet und liegen dicht gedrängt hinter- und nebeneinander. Sie bilden eine deutlich sich abhebende Kernzone zwischen Bruchscher Membran und den Zellen der inneren Epithelschicht. Die diesen Kernen zugehörigen Protoplasmateile sind schlecht erkennbar und heben sich wenig deutlich vom Protoplasma der inneren Epithelzellen ab. Die Zellgrenzen von letzteren präsentieren sich als ein ausgedehntes Netz, in dessen Maschen bläschenförmige Kerne zerstreut liegen.

Schliesslich ist noch die ciliare und pupillare Endigung der inneren Irisschichten und das Verhalten der Bruchschen Membran zum Sphincter zu erwähnen. Beim Pferd habe ich nie gefunden, dass die Bruchsche Membran am ciliaren Ende in das Corpus ciliare ausstrahlt oder sich ausfasert, wie es Grunert (12) und Szily (34) beim Menschen beschreiben. An einzelnen Präparaten schien es bei oberflächlicher Betrachtung allerdings, als ob die Membran ausstrahlte. Es hatten sich Bindegewebsfasern mit langgestreckten pigmentierten Bindegewebszellen verdichtet und radiär angeordnet und täuschten eine strahlenförmige Fortsetzung der Bruchschen Mem-

bran vor. Bei genauer Betrachtung unter Zuhilfenahme stärkerer Vergrösserung lässt sich aber schon die wahre Natur der Faserung erkennen. An Säurefuchsin-Pikrinsäurepräparaten trat demzufolge auch eine Rotfärbung der Fasern ein; um contractiles Gewebe konnte es sich also nicht handeln. Die Bruchsche Membran hält sich vielmehr in der Übergangszone stets eng an ihre epithelialen Protoplasmateile. An der Basis der Iris wird sie rasch schmaler, ihre protoplasmatischen Teile werden in der Regel etwas höher; die Membran verschwindet regelmässig scharf mit dem Übertritt auf die Basis eines Ciliarfortsatzes, während die Protoplasmateile ohne scharfe Grenze in das Pigmentblatt der Pars ciliaris retinae übergehen. Kurz vor ihrem Verschwinden beobachtet man an der inneren Epithel- beziehungsweise Pigmentlage, dass deren Zellen von den inneren Polen aus die Pigmentkörnchen mehr und mehr abzuwerfen beginnen, und dort, wo die Bruchsche Membran nicht mehr sichtbar ist, haben sich diese Zellen meist völlig ihres Pigments entledigt. Sie werden auf dem Processus ciliaris von den cylindrischen pigmentfreien Epithelien des Innenblattes der Pars ciliaris retinae fortgesetzt.

Pupillarwärts endigt die Bruchsche Membran hinter dem Sphincter, nicht aber an dessen pupillarem Rande; sie überzieht also die Iris nicht in ihrer Gesamtbreite. Im Bereiche der ciliaren Hälfte dieses Muskels präsentiert sie sich noch gut und deutlich; nach plötzlichem Schwächerwerden verschwindet sie aber etwa in halber Breite des Sphincters. Eine bestimmtere Grenze kann man nicht angeben; die fragliche Schicht lässt sich in einem Präparat weiter verfolgen als im anderen. Bei einer atropinisierten Iris verdickt sich hinter dem Sphincter das Pigment entweder beinahe ums Doppelte oder man findet hochgradige cystenartige Bogenbildungen. Bis ungefähr zur mittleren Höhe des Sphincters hebt sich die dünne äussere Lage von der dicken inneren noch mehr oder weniger deutlich ab; weiter pupillar-

wärts erscheinen sie aber stets zu einer einheitlichen breiten Pigmentschicht verschmolzen, die sich um den Pupillarrand herumschlägt und in allernächster Nähe von letzterem auf der Aussenfläche der Iris endet. In dem Irisabschnitt, der zwischen dem pupillaren Ende der Bruchschen Membran und dem Pupillarrand liegt, ist die Abgrenzung zwischen Pigment und Stroma buchtig und unregelmässig.

An depigmentierten Schnitten sieht man hinter dem peripheren Teile des Sphincters die Protoplasmateile der äusseren Lamelle dicht über- und aneinander gedrängt liegen. In Form und Anordnung weichen sie nicht von ihrem gewöhnlichen Verhalten zur Bruchschen Membran ab. Kurz vor deren Verschwinden macht sich aber eine derartige Unregelmässigkeit in der Anordnung dieser Protoplasmateile geltend, dass man nicht ersehen kann, wie diese sich in die Zellen der äusseren Lamelle fortsetzen. Ausserdem legt sich mit dem Verschwinden der Bruchschen Membran der Sphincter dicht an die Epithelschicht an und Muskelbündel desselben drücken sich teilweise zwischen die Epithelien ein, so dass letztere und Sphincterbündel unregelmässig ineinandergreifen. Die innere Epithellage erfährt im ganzen Bereiche des Sphincters eine bedeutende Vermehrung an unregelmässigen, polygonalen und auch cylindrischen Zellen, die sehr gedrängt aneinander liegen. In der ciliaren Hälfte des Sphincters heben sich diese Zellen vielfach von der äusseren Lage ab und bilden die beschriebenen Bogen, während man in der pupillaren Hälfte hinter dem Irisstroma meist einen fünf- bis achtschichtigen Epithelbelag, selten eine Differenzierung in zwei gleich hohe Epithelschichten sehen kann. Wie Heerfordt (16) beim Kaninchen beschreibt, findet man auch in atropinisierter Iris vom Pferd die epithelialen Schichten hinter dem Sphincter nie gestreckt und flach. In Schnitten von eserinisierter und von mechanisch gedehnter Iris verdickt sich mit Beginn des Sphincters die Pigmentschicht ebenfalls. Doch weist sie sich nicht im ent-

ferntesten so breit aus wie in Schnitten von atropinisierter Iris. Ausserdem findet man, dass in Eserinschnitten die innere Lamelle keine Bogen bildet, sondern sich mehr oder weniger gut der äusseren anlegt. In depigmentierten Schnitten sieht man hinter dem Sphincter die protoplasmatischen Teile der Dilatatorschicht entschieden höher werden als basal; ebenso die Zellen der inneren Epithellage. Zuweilen stellen sie zwei mehr oder weniger gleich hohe Epithellamellen dar. Kurz vor dem Verschwinden der Membran zeigen sich jedoch die gleichen Verhältnisse wie bei der atropinisierten Iris. In den Präparaten von einer engen Pupille aus der Sammlung des Instituts kann man bis kurz vor dem Verschwinden die Bruchsche Membran die Kerne der äusseren Lamelle enthalten sehen. Mit dem Verschwinden der kontraktilen Teile der Dilatatorschicht stellen sich pupillarwärts die zuvor geschilderten Verhältnisse wieder ein.

Es erübrigt noch, auf die Verbindung zwischen dem Sphincter und der Bruchschen Membran zu sprechen zu kommen. An Radiärschnitten kann man bei atropinisierter und eserinisierter Iris die sogenannten Speichenbündel beobachten. Man muss jedoch zahlreiche Schnitte durchsehen, um diese aufzufinden. Vom ciliaren Sphincterrande zweigen sie radiär ab, durchlaufen eine kurze Strecke das Stroma und enden in der Bruchschen Membran. Ausserdem sieht man vom Sphincter abzweigende Bündel mit der Bruchschen Membran Fasern austauschen. Endlich möchte ich noch erwähnen, dass der Sphincter in seiner pupillaren Hälfte sich den inneren Schichten gewöhnlich vollständig anlegt, so dass auch hier von einer gewissen Verbindung zu sprechen ist, wie oben schon erörtert. Besonders die Flachschnitte geben eine gute Übersicht über den Verlauf der Sphincterbündel; häufig sieht man sie am ciliaren Rande des Muskels ihren cirkulären Faserlauf verlassen und im flachen Bogen der Bruchschen Membran zustreben, um in dieser auszulaufen.

Rind.

Die Regenbogenhaut vom Rind zeichnet sich durch ihr grob angeordnetes Stroma aus, das auffallend grosse pigmentierte Zellen und Pigmentklumpen enthält. Eigentümlich sind bei der Rinderiris die zahlreichen und tiefen Falten an deren Innenfläche. An Schnitten, die nicht genau längs der Faltentäler angelegt sind, kann man sehen, dass mehr oder weniger parallel zur Innenfläche tiefe Falten verlaufen; diese durchziehen grosse Strecken des Irisstroma und tragen naturgemäss den Epithelbelag der Irisinnenfläche. Die Bruchsche Membran ist beim Rind unvergleichlich schwächer als beim Pferd entwickelt. An Radiärschnitten von einer Iris mit weiter Pupille ist sie bei schwacher Vergrösserung kaum nachweisbar; doch hebt sie sich bei Zuhilfenahme von starker Vergrösserung als ein schmaler dünner Streifen zwischen dem Stroma und dem Pigment ab. An ihr kann man wie beim Pferde eine feine Fibrillierung und eine Differenzierung in einzelne Bündel erkennen. Elastische Fasern finden sich nicht in der Membran. Ebenso ist ihre Abgrenzung nach dem Stroma und dem Pigment hin nicht scharf und uneben, da sich wie beim Pferd von der einen Seite Bindegewebsfasern zwischen die Fibrillenbündel der Membran eindrängen, von der anderen Seite vielfach Pigmentzacken auf sie vorragen. Bei einzelnen Tieren schliesst sich der Bruchschen Membran eine verhältnismässig breite Zone an, in der das Stromagewebe frei von pigmentierten Stromazellen ist. Diese Zone ist nach aussen von einer dichtgedrängten Schicht pigmentierter Stromazellen scharf abgegrenzt, während im übrigen Teil des Stroma die Pigmentzellen gleichmässig verteilt sind. Näheres hierüber habe ich nicht eruieren können. Die Pigmentschicht, die vielfach Kerne durchscheinen lässt, verdickt sich hinter dem Sphincter unbedeutend. Im allgemeinen erhält sie durch die Bruchsche Membran eine mehr oder weniger scharfe

Abgrenzung; nach deren Verschwinden jedoch unweit des Pupillarrandes greifen Stroma und Pigment unregelmässig ineinander. Abgesehen von diesem Teile der Pigmentschicht lassen sich wie beim Pferde meist zwei Lagen unterscheiden, von denen die innere mindestens die doppelte Breite der äusseren misst. In halber Höhe des Sphincters jedoch sieht man nicht selten beide Lagen gleich stark. Am pupillaren Rande, der aufgekrempt ist, schlägt sich das Pigment eine kurze Strecke auf die äussere Seite der Iris um.

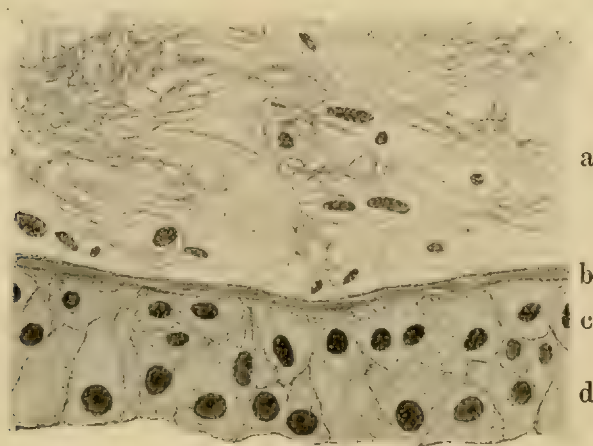


Fig. 4.
Radiärer Schnitt durch eine Iris vom Rinde mit weiter Pupille; depigmentiert. Irismitte. Die Protoplasmaleiber der Dilatatorlamelle sind gegenüber denen beim Pferde sehr gross.

Depigmentierte Schnitte erbringen erst den Nachweis, wie schwach die Bruchsche Membran im Verhältnis zum Pferde entwickelt ist. Eine geringe Anzahl von kleineren Fibrillenbündeln setzen sich zur Bruchschen Membran zusammen (Fig. 4b); als ein dunkel tingierter dünner Streifen trennt sie das Stroma von dem Epithelbelag. Hier und da schwankt sie in ihrer Breite etwas. Ihre epithelialen Protoplasmateile liegen nicht so gedrängt wie beim Pferde, sie sind grösser, voluminöser und deshalb weniger zahlreich dem Pferde gegenüber (Fig. 4c). Mitunter erreichen sie sogar die Höhe der Zellen der inneren Epithellage. Ihr Protoplasmaleib zeigt ebenfalls deutliche Kon-

turen, abgesehen von der der Membran zugekehrten Seite, an der er ohne scharfe Grenze in deren Fibrillierung übergeht. Die meist runden, bisweilen auch leicht ovalen Kerne liegen nicht im entferntesten so dicht wie beim Pferde. Nur selten ist ein Kern über dem andern gelegen.

Ciliarwärts endigt die Bruchsche Membran wie beim Pferde plötzlich. Da sich jedoch bekanntlich die Ciliarfortsätze beim Rind auf die Iris erstrecken, erreicht die Bruchsche Membran die Höhe des Iriswinkels nicht, sondern sie verschwindet schon an der Basis der vorgeschobenen Processus ciliares, und die äussere Lamelle setzt sich dort in das Pigmentblatt der Pars ciliaris retinae fort. Im allgemeinen ist in der Nähe des Ciliarendes die gesamte Pigmentschicht sehr niedrig und ihr Übergang auf die Processus ciliares nicht scharf abgesetzt. An der inneren Lamelle nämlich wird einerseits regelmässig das Pigment allmählich weniger, anderseits sind auf dem Ciliarkörper die Epithelien der inneren Lamelle sehr niedrig und es liegen in ihnen vielfach Pigmentkörnchen verstreut. Nach dem Pupillarende zu kann man die Bruchsche Membran ein gutes Stück weiter als beim Pferde verfolgen. Sie ist bis zum pupillaren Sphincterviertel sichtbar. Dort verschwindet sie unter kaum merklichem Schwächerwerden ziemlich unvermittelt. Ihre epithelialen Teile werden in halber Breite des Sphincters höher und liegen gedrängter aneinander. Je mehr sich die äussere Lamelle dem Pupillarrande nähert, um so grössere Unregelmässigkeit tritt in der Anordnung der Zellen zutage. Sobald die Bruchsche Membran aufhört, sind die Lamellen nicht mehr getrennt, und es findet sich dort in mehr oder weniger ausgeprägtem Grade ein mehrschichtiger Epithelbelag. Die Zellen der inneren Epithellage sind im allgemeinen ebenfalls grösser und voluminöser als beim Pferde (Fig. 4 d). Sie sind unregelmässig geformt und oft doppelt so hoch wie die epithelialen Teile der äusseren Lamelle. Die bläschenförmigen runden Kerne treten etwa halb

so zahlreich auf wie die in der aussen anliegenden Schicht. Ciliarwärts werden diese Zellen niedrig und setzen sich auf dem Processus ciliaris ohne scharfe Grenze in die niedrigen Epithelien des retinalen Blattes der Pars ciliaris retinae fort. Hinter dem Sphincter dagegen verrät die innere Epithelschicht durch die gedrängte Lage ihrer Zellen und deren teilweise hohe cylindrische Form eine mässige Raffung. Ab und zu finden sich zwischen diesen Zellen und denen der Aussenlamelle Hohlräume, die die beiden Epithellagen trennen.

An Radiärschnitten von eserinisierter Iris sieht man die Bruchsche Membran je nach dem mehr oder weniger gut ausgeprägten Dilatationszustande einzelner Stellen wechselnd dick in die Erscheinung treten. Im allgemeinen präsentiert sie sich nur wenig dünner als in Radiärschnitten von weiter Pupille. Ein augenfälliger Unterschied zwischen den Schnitten von diesen beiden verschiedenen Irisstellungen macht sich aber an der Pigmentschicht geltend. Diese ist an eserinisierter Iris wesentlich niedriger geworden; hinter dem Sphincter dagegen verdickt sie sich wieder um das Doppelte.

An depigmentierten Schnitten sieht man auch, dass das Eserin namentlich am Epithelbelag eine wesentliche Veränderung hervorgerufen hat, während die Bruchsche Membran, wie oben erwähnt, kaum merklich schwächer erscheint als in Schnitten von weiter Pupille. Der Erfolg der Eserinwirkung besteht hauptsächlich darin, dass die protoplasmatischen Zellteile der äusseren Lamelle niedriger geworden sind. Sie sind radiär in die Länge gezogen und haben sich in dieser Richtung der Membran flach angelegt. Die Kerne liegen in grösseren Zwischenräumen weiter von einander und treten relativ spärlich auf. Sie sind meist rund, selten oval und liegen inmitten des Protoplasma ihrer Zelleiber; diese stellen selbst im ausgeprägtesten Myosisgrade stets eine zusammenhängende Protoplasmamasse an der Innenfläche der gestreiften Membran dar, während beim Pferde diese

Zellteile mehr oder weniger unscheinbar wurden und ihre meist länglich-ovalen Kerne sich der Membran direkt anlegten oder sogar zwischen deren Fibrillenbündel hineingezogen wurden. Die innere Epithellage zeigt an gut ausgeprägten Stellen die gleiche Veränderung wie beim Pferd. Die Epithelien sind niedrig, abgeflacht und langgestreckt; sie stellen vielfach platte Zellen dar, deren kernhaltiger Teil einen dickeren Durchmesser aufweist. Häufig sieht man auch Zellen ohne Kern. Bisweilen sind sie nicht höher als die Protoplasmateile der äusseren Lamelle. Hinter dem Sphincter liegen diese Zellen wie auch die epithelialen Teile der Aussenlamelle gedrängter aneinander: die Kerne liegen dichter und man sieht dieselben Verhältnisse wie an Schnitten von weiter Pupille. Dieselbe Beobachtung machte ich auch an Schnitten von einem Irissektor, den ich zum Vergleich mit dem durch Eserin herbeigeführten engen Pupillenstande mechanisch gedehnt habe. In diesem ist der Epithelbelag hinter dem Sphincter ebenfalls doppelt so hoch als basalwärts. Diese Schnitte zeigen im wesentlichen für die in Betracht kommenden Punkte dieselben Verhältnisse wie die Eserinschnitte.

An Tangentialschnitten sehen wir wie beim Pferde die inneren Schichten der Iris und ihre Radiärfalten im Querschnitt getroffen. Letztere sind beim Rind sehr stark entwickelt und charakterisieren besonders die Rinderiris. Es wechseln zahlreiche Furchen und Wälle ab und geben der inneren Irisfläche ein fjordartiges Aussehen. An Irides von weiter Pupille sind die Furchen oft vollständig vom Pigment ausgefüllt dadurch, dass die Blätter derselben aneinanderliegen. Sie ziehen sich weit in das Irisgewebe hinein (Fig. 5f) und ihre Tiefe beträgt meist noch mehr als ein Drittel der Irisdicke. An den Unebenheiten der Irisinnenfläche nehmen das Pigment und die Bruchsche Membran teil. Letztere präsentiert sich an Schnitten von weiter Pupille als ein dünner Streifen. Ihre im Querschnitt getroffenen Fibrillenbündel sind wie beim Pferd durch eine un-

regelmässige, mit Zacken versehene Felderung gekennzeichnet (Fig. 5 e) und weisen entsprechend der Zusammensetzung der Bündel aus Fibrillen eine feine Punktierung auf. Im allgemeinen präsentiert sich die Bruchsche Membran in der bekannten Weise. Bei einzelnen Tieren sieht man wieder die pigmentierten Stroma-



Fig. 5.
Tangentialschnitt durch eine Iris vom Rinde mit weiter Pupille. Irismitte. e äussere Irislamelle, die sich nur wenig von der inneren abhebt, aber deutlich die Bruchsche Membran zeigt. f. radiäre Falte der Irisinnenfläche, die von den gesamten inneren Irisschichten gebildet wird. g radiäre Leiste, die nur von der Dilatatorschicht allein gebildet wird. Oc. 2., Obj. 7 eines Reichertschen Mikroskopes.

zellen und Pigmentklumpen durch eine schmale gleichmässige Bindegewebszone von der Bruchschen Membran zurückgedrängt. Am Pigment ist ebenfalls eine Differenzierung in eine schwächere äussere und eine zirka doppelt so breite innere Schicht erkennbar. Neben den geschilderten tiefen Einfaltungen, an denen sämtliche Irisinnenschichten sich beteiligen, trifft man nicht selten wesentlich schmalere Pigmentleisten an, die nur die Breite der äusseren Pigmentlage aufweisen (Fig. 5 g). Sie gehen teils in der Tiefe der Falten oder an deren Seitenwänden, teils auf

der Höhe der Faltenberge von der äusseren Pigmentlage ab und dringen in das Stroma vor. Es ist deutlich zu erkennen, dass nur allein die Zellen der äusseren Lamelle an diesen Bildungen sich beteiligen, und dass die fibrillierten Teile gegen das Stroma hin, die pigmenthaltigen in der Achse der Blätter gelegen sind.

An depigmentierten Schnitten stellt die Bruchsche Membran zwar einen deutlich sichtbaren aber schwachen zackigen Streifen dar, der einen sehr gefalteten Verlauf hat und den Furchen nach dem Stroma zu eine bestimmte Abgrenzung zu teil werden lässt. An diesen Einfaltungen nimmt ausser den protoplasmatischen Teilen der äusseren Lamelle auch die innere Epithelschicht teil.

Man kann an der Innenseite der Iris deshalb teils breite, teils schmale bezw. offene und geschlossene Täler unterscheiden; während an letzteren die Wandungen aneinander liegen, sieht man an ersteren einen mehr oder weniger breiten und tiefen, nach innen offenen Graben. Dort, wo in pigmenthaltigen Schnitten jene Pigmentleisten auffallen, findet man hier ganz schmale, leistenartige Anhänge, die von der Bruchschen Membran und ihren Protoplasmateilen allein gebildet werden. Diese sind durch ihren charakteristischen Bau gekennzeichnet, indem, wie ich schon erwähnte, die Querschnitte der kontraktilen Faserbündel nach aussen, dem Stroma zu, liegen und die kernhaltigen, epithelialen Teile dem Inneren der Faltung zugekehrt sind. Die innere Epithellage lässt dort, wo die äussere Lamelle diese besondere Faltung bildet, nur eine schwache Einsenkung erkennen und beteiligt sich also nicht an dieser Einsenkung. Diese Pigmentleisten dürften wohl ganz den „plis musculaires“, die Grynfeltt (13) beim Kaninchen fand, entsprechen. Allerdings schreibt er beim Rind nichts von derartigen Funden, obwohl er auch dieses Tier in den Bereich seiner Untersuchungen zog. Ausserdem konstatierte Heerfordt (16) am Dilatator des Seehundes, „dass aus der Tiefe der Furchen

eine — verzweigte — Einfaltung ins Bindegewebe stattfindet. An dieser beteiligt sich nur die vordere, epitheliale Schicht (die Dilatatorschicht)". Diese besondere Faltung der Aussenlamelle beginnt unweit des ciliaren Sphincterrandes und ist bis zur Irisbasis zu verfolgen; sie zeigt überall den gleichen Aufbau, während sie nach Heerfordt beim Seehund in der Nähe von den Proc. ciliares sich als „eine Reihe hübsch verzweigter Bäume darstellt". Die epithelialen Teile der Bruchschen Membran sind unregelmässige, polygonale Zelleiber, die, wie ich schon oben geschildert habe, voluminöser sind als beim Pferde. Die Kerne sind meist rund, bisweilen auch leicht oval geformt. Teilweise liegen sie ziemlich dicht aneinander, doch selten schiebt sich ein Kern über den anderen. Die innere Epithellage baut sich aus unregelmässig geformten, teils cylindrischen Zellen auf. Sie sind ca. doppelt so hoch als die epithelialen Teile der Bruchschen Membran. Nur in den geschlossenen Furchen, d. h. in denen die Wandungen aneinanderliegen, sind stellenweise die Zellen ganz plattgedrückt. Die Kerne trifft man weniger zahlreich als in der Aussenlamelle an; sie sind meist rund und besitzen ein Kernkörperchen.

An pigmenthaltigen Tangentialschnitten von eserinisierter bezw. gedehnter Iris kann man über eine Veränderung der Bruchschen Membran kein Urteil abgeben, da sie wie an Schnitten von weiter Pupille teils vom Stroma, teils vom Pigment Einlagerungen erfährt. Doch sieht man sie bei starker Vergrösserung deutlich als einen schmalen, gezackten und gefelderten Streifen sich streng an das Pigment halten. Diese Schnitte und solche von weiter Pupille unterscheiden sich in der Hauptsache durch ihre Pigmentschicht. Diese präsentiert sich, wie im Radiärschnitt, ganz entschieden dünner in Schnitten von eserinisierter Iris. Besonders erwähnenswert erscheint mir aber der Umstand, dass nach Anwendung von Eserin die Falten ganz anders aussehen als in Schnitten von weiter Pupille. Sie

sind meist alle weit und zeigen einen nach innen offenen Graben, während bei weiter Pupille vor allem die Falten in den Vordergrund treten, deren Seitenwandungen aneinanderliegen. Ferner werden in der Eseriniris diejenigen Falten weniger zahlreich, die nur von der Dilatatorschicht gebildet werden.

Depigmentierte Schnitte zeigen die Bruchsche Membran im allgemeinen etwas schwächer als Schnitte von weiter Pupille, eine Beobachtung, wie man sie auch in Schnitten von mechanisch gedehnter Iris machen kann. Wenn auch nicht im ganzen Schnitt, so sieht man doch an den Stellen, wo eine Dehnung der inneren Irisschichten gut eingetreten ist, die quergetroffenen Fibrillenbündel der äusseren Lamelle klein und locker aneinanderliegen. Sie bilden so eine schwache Scheidewand zwischen Stroma und Epithel. Ferner kann man sehr wohl konstatieren, dass die protoplasmatischen Teile der Aussenlamelle kleiner und niedriger sind als bei weiter Pupille; ebenso findet man die Kerne spärlicher im Gesichtsfeld liegen. Die innere Epithellage besteht ebenfalls aus niedrigen Zellen, die jedoch meist höher und grösser sind als in der Aussenlamelle; in engen Falten werden sie nicht selten ganz plattgedrückt. Die Zahl ihrer Kerne ist sehr gering und man sieht wie in der äusseren Lamelle zahlreiche Zellen ohne Kerne.

In Flachschnitten aus Irides mit weiter Pupille bieten sich wie beim Pferde die inneren Irisschichten in Gestalt von pyramidenförmigen Vorstössen unserem Auge dar. Die Pigmentschicht und die Bruchsche Membran schieben sich keilartig in das Stromagewebe hinein. Obgleich die Bruchsche Membran durch diese Schnittführung schräg getroffen wird, erweist sie sich dennoch sehr schmal. Bei einzelnen Tieren bildet sie bei oberflächlicher Betrachtung und schwacher Vergrösserung scheinbar eine verhältnismässig breite Grenzschicht; es ist das aber eine Täuschung, die durch die mehrfach erwähnte pigmentfreie Stromazone hervorgerufen wird. In diesen Schnitten kann man

ebenfalls zwei Arten von Falten, offene und geschlossene, unterscheiden; letztere setzen meist die offenen eine grosse Strecke weit in das Stromagewebe fort. In depigmentierten Schnitten sind die Wandungen der offenen Falten von allen inneren Schichten ausgelegt, die die innere Irisfläche bekleiden. In diesen Falten begrenzen die grossen Zellen der inneren Epithellage mit meist runden, bläschenförmigen Kernen das Lumen; nach der anderen Seite zu schliessen sich die doppelt so zahlreich auftretenden, leicht ovalen Kerne der Aussenlamelle an. Diese heben sich gut zwischen den Zellen der inneren Epithelschicht und der Bruchschen Membran ab. Nicht selten liegen die Wandungen dieser Falten sehr nahe aneinander, so dass die Zellen der inneren Epithellage das Lumen vollständig ausfüllen. Von diesen unterscheiden sich jene geschlossenen Falten, die von der Aussenlamelle (Dilatatorschicht) allein gebildet werden. Wie leicht ersichtlich präsentieren sich diese im Flachschnitte in Form von schmalen, soliden, aus spindeligen Elementen aufgebauten Ausstrahlungen. Im allgemeinen stellt die Bruchsche Membran ein faseriges, fibrilliertes Gebilde dar, dessen Fibrillenbündel sehr locker aneinander liegen.

Wie beim Pferde tritt auch beim Rind die Bruchsche Membran mehrfach mit dem Sphincter in Verbindung. Der Sphincter, der im allgemeinen der äusseren Irisfläche näher gelagert ist, tritt in seinem ciliaren Teile, wie man schon an Radiärschnitten ohne weiteres sich überzeugen kann, mehr oder weniger nahe an die Bruchsche Membran heran. Hier laufen die tiefeinschneidenden Falten mit der Bruchschen Membran direkt in den Sphincter aus. Hinter dem Sphincter sieht man, wenn auch der Zahl nach wenige, so doch um so deutlichere Faserzüge, die vom Schliessmuskel aus zur Bruchschen Membran hintreten. Ausserdem zweigen vereinzelt von der Innenfläche des Sphincters im Radiärschnitt längsgetroffene Muskelbündel ab, die meist ciliar geneigt, eine kurze Strecke radiär und schräg

zur Bruchschen Membran verlaufen und in ihr inserieren. Vor allem beobachtet man an Flachschnitten, dass Muskelbündel des Sphincters vom radiären Verlauf abbiegen und sich zwischen den Fibrillenbündeln der Bruchschen Membran in nicht näher zu bestimmender Art verlieren. Am pupillaren Rande legt sich der Sphincter nur schmal an das Irispigment an, tritt also hier nicht mehr mit dem Dilatator in Verbindung.

Ziege.

Die inneren Irisschichten der Ziege unterscheiden sich nur wenig von denen des Rindes. Es lässt sich schwer sagen, welche von beiden Tierarten den stärker entwickelten Dilatator besitzt. In Radiärschnitten von weiter Pupille hat man hie und da den Eindruck, dass die Bruchsche Membran der Iris von der Ziege unbedeutend dicker ist als die der Rinderiris. Da das Irisstroma der Ziege sehr wenig pigmentierte Stromazellen enthält, wird die Bruchsche Membran von dieser Seite meist nur von blassgefärbtem Bindegewebe uneben begrenzt, von dem einzelne Fasern, wie bei Pferd und Rind zwischen den Fibrillenbündeln der Membran ihren Verlauf fortsetzen. Von elastischen Fasern ist sie frei. Selten liegen an der Oberfläche der Membran Bindegewebskerne. Von der andern Seite dagegen wird sie wie beim Rind von Pigmentzacken und Pigmentkörnchen vielfach vollständig überdeckt und ist bei oberflächlicher Betrachtung unsichtbar. Die Pigmentschicht, die wie beim Rind ganz entschieden schwächer als beim Pferde ist, nimmt hinter dem Sphincter unmerklich an Dicke zu. An ihr ist ebenfalls meist eine Differenzierung in eine dünne äussere und eine mindest doppelt so starke innere Pigmentlage erkennbar; diese Zweiteilung ist wie bei Pferd und Rind hinter der Pupillarhälfte des Sphincters undeutlich, namentlich in der Nähe vom Pupillarrand, wo Stroma und Pigment sich nicht mehr in gerader

Linie voneinander absetzen, sondern unregelmässig ineinander greifen. An der Innenfläche der Iris sind wie beim Rind tiefe Falten vorhanden, die an deren Ciliarrande anfangen und sich bis zum basalen Ende des Sphincters fortsetzen. Nicht exakt parallel zu den Falten gelegte Radiärschnitte lassen dort, wo diese schräg getroffen sind, mehr oder weniger grosse Buchten erkennen. Diese präsentieren sich an der Innenfläche der Iris entweder als Furchen, die aber oft vollständig von Pigment ausgefüllt sind, oder sie stellen unregelmässige, buchtige Hohlräume dar. Letztere werden häufig von den Elementen der äusseren Lamelle allein ausgekleidet, während die innere Pigmentschicht solche Buchten nach innen zu nur abgrenzt und dort meist nur eine seichte Einsenkung erkennen lässt. Von diesen Unebenheiten der Irisinnenfläche ausgehend sieht man ciliar- und pupillarwärts dünne, pigmentierte Streifen und die Bruchsche Membran ins Stroma ausstrahlen. An anderen Schnitten bemerkt man isoliert im Stroma in nächster Nähe der Pigmentschicht und meist parallel zu ihr solche pigmentierte Streifen mit durchschimmernden länglichovalen Kernen. In depigmentierten Schnitten zeigen sie sich als radiärgestellte glatte Muskelzellen, die den Zellen des Sphincters derart gleichen, dass man versucht wird, sie für Radiärbündel des Sphincters zu halten; verfolgt man jedoch die Serie dieser Schnitte weiter, so erkennt man, dass die Gebilde tatsächlich Falten der Irisinnenbekleidung darstellen; zudem sind sie ja pigmentiert. Es sind hier wie an den schräggeschnittenen Falten die Zellen der äusseren Lamelle mehr oder weniger flach getroffen. Gut kann man sich hiervon an depigmentierten Schnitten überzeugen. Man sieht von vielen Buchten aus die contractilen Teile der Aussenlamelle in das Stroma ausstrahlen, während die kernhaltigen Teile der Dilatatorschicht jenen innen ansitzen und die Bucht begrenzen. Jedoch kommen auch andere Bilder zu Gesicht, auf die ich im Tangentialschnitt zu sprechen kommen werde. Im übrigen Teil des Schnittes sieht man,

wie beim Rind, die Bruchsche Membran sehr schwach entwickelt (Fig. 6b). Sie ist ebenfalls aus dünnen Fibrillenbündeln zusammengefügt, die, wie etwas schräg getroffene Stellen zeigen, locker aneinander liegen. Die protoplasmatischen Teile der Aussenlamelle sind im allgemeinen nicht so hoch und voluminös wie beim Rind, aber grösser als beim Pferd. Ihre unregelmässigen, polygonalen Protoplasmaleiber enthalten meist runde bis leicht ovale Kerne. Diese finden sich etwas zahlreicher vor als in der inneren Epithellage. Letztere besteht ebenfalls aus voluminösen Zellen mit meist runden Kernen; sie sind ca. doppelt so gross als

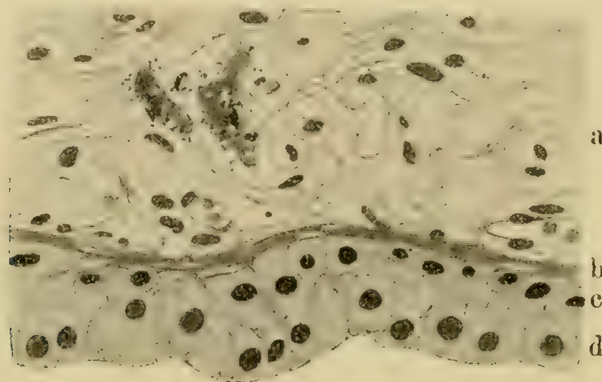


Fig. 6.

Radiärer Schnitt durch eine Ziegeniris mit weiter Pupille; depigmentiert. Partie aus der peripheren Sphincterhälfte. e quergetroffene Sphincterfasern.

die protoplasmatischen Teile der äusseren Lamelle und von unregelmässiger, polygonaler Form (Fig. 6d).

Am Fusse der Proc. ciliares, die sich bekanntlich wie beim Rind eine Strecke weit auf die Iris fortsetzen, endigt die Bruchsche Membran plötzlich. Die kernhaltige, äussere Lamelle und die innere Epithelschicht gehen dagegen wie bei Pferd und Rind in die entsprechenden Teile der Proc. ciliares über. Es findet also keine radiäre Ausstrahlung der Dilatatorfasern in das Stroma des Ciliarkörpers statt, wie sie Grunert (12) und Szilly (34) beim Menschen gesehen haben. Pupillarwärts lässt sich die Bruchsche Membran wie beim Rind bis zur Höhe des pupillaren Sphincterdrittels verfolgen. Die epithelialen Teile

der Aussenlamelle nehmen hinter dem Sphincter unwesentlich an Höhe und ihre Kerne an Zahl zu. Von der halben Höhe aber des Sphincters ab, nach dem Pupillarrande zu stellen sie unbeständige, bald kleinere, bald grössere Zellformen dar, die man jedoch nie so hoch sieht wie die Zellen der inneren Epithellage. Auch nach dem Verschwinden der Bruchschen Membran zeigen die Epithelien der Aussenlamelle zunächst noch dieselben unregelmässigen, ziemlich niedrigen Zellformen, da Sphincterfasern hier ganz nahe an sie herankommen und sich zwischen die Zellen drücken. Unvermittelt präsentieren sie sich auf einmal höher und ordnen sich kurz vor dem Pupillarrand zu einer Zellreihe, die der dort anliegenden inneren Epithellage mehr oder weniger gleicht. Beide gehen entweder am Pupillarrande oder um diesen herumziehend an der Irisaussenfläche ineinander über. Die Zellen der inneren Epithellage nehmen ebenfalls hinter dem Sphincter etwas an Höhe zu und liegen dichter gedrängt aneinander. Erst kurz vor dem Pupillarrand gleichen sie sich mit den Zellen der äusseren Epithellamelle mehr oder weniger aus.

Radiärschnitte von eserinisierter Iris und solche von einer Iris mit weiter Pupille unterscheiden sich wie beim Rinde im wesentlichen nur durch die Pigmentschicht. Die dünne Bruchsche Membran ist wie in Schnitten von weiter Pupille durch die eingelagerten Pigmentkörnchen meist undeutlich sichtbar; dagegen erscheint die Pigmentschicht in Schnitten vom Eserinauge ganz entschieden niedriger. Sie verhält sich fast überall gleich breit, nur von halber Höhe des Sphincters ab bis zum Pupillarrand ist sie unbedeutend dicker. Eine Zweiteilung ist ebenfalls meist an ihr nachweisbar; die innere Pigmentlage präsentiert sich jedoch meist nicht viel stärker als die äussere. In Schnitten, die schräg zu den Radiärfalten angelegt sind, erblickt man an der Irisinnenseite wieder Buchten; von diesen dringen ebenfalls in das Stroma von der

Bruchschen Membran bekleidete dünne Pigmentstreifen ein, die ovale Kerne durchscheinen lassen. Diese Streifen schliessen hier meist lange radiär gerichtete Hohlräume ab und weisen sich depigmentiert als Fibrilenbündel der Dilatatorlamelle mit ihren kernhaltigen Protoplasmateilen aus. Ferner zeigen sich diese Schnitte depigmentiert hauptsächlich an ihrem Epithel verändert, während sich die Bruchsche Membran wie beim Rind nur wenig dünner präsentiert, als man sie an Schnitten von weiter Pupille schon sieht. Es haben sich die kernhaltigen Teile der Aussenlamelle ihr meist flach angelegt, sind aber noch deutlich sichtbar, wenn auch nicht so voluminös wie beim Rinde. Ihre Kerne sind fast alle mehr oder weniger länglich oval geformt und liegen wie beim Pferd der Membran der Länge nach an und weit voneinander entfernt; jedoch kann man wie beim Rinde nirgends Kerne in der Membran zwischen die Fibrillenbündel hineingezogen sehen. In halber Höhe des Sphincters gestalten sich die protoplasmatischen Teile der Aussenlamelle meist unregelmässig kubisch, die Kerne sind rund und zahlreicher. Weiter pupillarwärts setzen sie sich in derselben Weise fort wie in Schnitten von weiter Pupille. Die Zellen der inneren Epithellage sind wie beim Pferd und Rind ebenfalls in die Länge gezogen und oft nahezu so niedrig wie die epithelialen Teile der äusseren Lamelle. Die runden, teils leicht ovalen Kerne sind ebenfalls spärlich vorhanden. Von der halben Höhe des Sphincters ab dagegen liegen sie, wie die epithelialen Teile der äusseren Lamelle, gedrängter und werden höher. Die Kerne sieht man zahlreicher. Nach dem Pupillarrande zu verhalten sich beide Lamellen, wie an den Schnitten von weiter Pupille schon beschrieben ist.

Tangentialschnitte der Ziegeniris zeichnen sich wie beim Rind durch quer getroffene Falten aus. Sie sind nicht so hoch und schneiden weniger tief wie beim Rind in das Irisgewebe ein. Häufig sind die Falten durch seichte Vorwölbungen

der inneren Irisschichten gegen das Stroma nur angedeutet. Dadurch bekommt die Innenfläche der Iris im Tangentialschnitt ein ziemlich regelmässig flachgewelltes Aussehen. Bei weiter Pupille tritt die Bruchsche Membran nicht sonderlich deutlich in die Erscheinung. Ihre im Querschnitt getroffenen Fibrillenbündel werden wie beim Rind vielfach von Pigmenthaufen und Pigmentkörnchen überdeckt und so teilweise unsichtbar (Fig. 7e). An der Pigmentschicht ist wie am entsprechenden Radiärschnitt meist eine dünne äussere und eine mehr als doppelt so dicke innere Lage unterscheidbar. Merkwürdige Gebilde finden sich



Fig. 7.

Tangentialschnitt durch eine Ziegeniris mit weiter Pupille. Oc. 2, Obj. 7 eines Reichertschen Mikroskopes. e äussere Irislamelle, die sich von der inneren in der Höhe der Leiste schwach abhebt. f radiäre, solide Dilatatorleiste (Zellen derselben bunt durcheinander gelagert).

in der Tiefe der Falten und deren Andeutungen (Fig, 7 f). Man sieht dort Zellenansammlungen, leistenartige Verdickungen der Bruchschen Membran darstellend. Die Leisten nehmen herdweise die Tinktion gleich gut wie die Bruchsche Membran an, enthalten aber auch Pigment; sie sind aus Zellen aufgebaut, die den Elementen der Dilatatorlamelle gleichen. Pigmenthaltige Zellteile der äusseren Lamelle und Querschnitte von Faserbündeln der Bruchschen Membran sind zu verschieden grossen Bündeln vereinigt, die eine Fibrillierung erkennen lassen, soweit diese nicht durch Körncheneinlagerungen verdeckt ist.

Dadurch dass man durch die Pigmenthäufchen kleine runde Kerne erkennen kann, macht es den Eindruck, als würden diese Zellansammlungen durch gewöhnliche aber zum Teil pigmentierte glatte Muskelzellen gebildet. Von den Leisten der äusseren Irislamelle beim Rinde sind also diese der Ziege verschieden. Während beim Rinde die Leisten tatsächlich einer faltenartigen Ausbuchtung ihre Entstehung zu verdanken scheinen, wie man aus der gegenseitigen Lagerung der fibrillierten und pigmenthaltigen Teile schliessen möchte, lagern die fraglichen Zellelemente bei der Ziege in den Leisten bunt verstreut. Diese Zellen haben die typische Aneinanderlagerung, wie wir sie sonst finden, verloren. Also auch von den durch Heerfordt (16) beim Seehund gefundenen und beschriebenen Faltenbildungen der äusseren Irislamelle sind diese der Ziege verschieden. Baumartige Verzweigungen der Leisten im Querschnitt habe ich ausserdem auch bei der Ziege nie finden können. Ähnliche Gebilde wie die der Ziege hat Grynfeltt (13) beim Schaf konstatiert, während er sie für die Ziege, die er doch auch untersucht hat, nicht beschreibt. Ich werde deshalb bei der Schilderung der inneren Irisschichten vom Schafe auf Grynfeltts Befunde zu sprechen kommen.

Auch in depigmentierten Schnitten sieht man, dass diese Leisten aus Fasernbündeln der Bruchschen Membran und aus kernhaltigen Protoplasmaleibern sich zusammensetzen, wie sie der äusseren Epithellamelle zukommen. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass diese Elemente vorgeschobene Zellen der äusseren Lamelle der secundären Augenblase darstellen. Was die gegenseitige Aneinanderlagerung von Fibrillen und Kernteilen der Zellen anlangt, so lässt sich im depigmentierten Präparat nur das bestätigen, was schon für das pigmenthaltige gesagt wurde: beide Teile zeigen also nicht wie beim Rinde die regelmässige Anordnung, sondern sie liegen bunt durcheinander. So kommt es, dass in diesen Leisten auch protoplasmatische

Zellteile direkt an das Stroma der Iris stossen und deren Fibrillen der inneren Irisoberfläche zugekehrt sind. Ausser den Kernen, die im Schnitte einzelne dieser Protoplasmaleiber enthalten, sieht man auch vielfach Kerne, ohne einen zugehörigen protoplasmatischen Zelleib; diese liegen inmitten der Querschnitte der Fibrillenbündel und geben diesen ganz das Aussehen von echten glatten Muskelfasern. In den übrigen Teilen des Schnittes stellt die Bruchsche Membran wie beim Rind eine meist einfache Lage unregelmässig geformter punktierter kleiner Felder dar, die teilweise dicht gedrängt, teils lose aneinander liegen. Die protoplasmatischen Teile der Dilatatorlamelle sind klein und unregelmässig kubisch geformt; sie besitzen verhältnismässig wenig Kerne. Die Zellen der inneren Epithellage sind über doppelt so hoch (im Flächeninhalt bedeutend umfangreicher) als die Protoplasmateile der Dilatatorschicht. Ebenso ist die Zahl der Kerne relativ sehr gering. Dort, wo die Leisten an der äusseren Lamelle sitzen, finden wir an der inneren Epithellage meist nur seichte Einsenkungen (Fig. 7); selten schickt sie einige Zellen in die Tiefe zwischen die Elemente der Basis der Leisten hinein.

An den Tangentialschnitten, die ich von einer eserinisierten Iris anfertigte, zeigt sich die Innenfläche viel unebener dadurch, dass tiefere Falten an ihr auftreten. Die Pigmentschicht, die fast überall eine Differenzierung in ihre beiden meist ungleich dicken Lagen erkennen lässt, erscheint in diesen Schnitten nicht sonderlich schwächer, ebenso nicht die Bruchsche Membran, letztere ist stellenweise sogar deutlicher sichtbar, als in den eben beschriebenen Schnitten. Es mag dies darin seinen Grund haben, dass diese mir zur Verfügung stehende Eseriniris verhältnismässig wenig Pigment enthält; es drängen sich in diesen Schnitten nicht so zahlreiche Pigment-Fortsätze und Körnchen auf die Bruchsche Membran hinüber wie in den Schnitten von weiter Pupille. Ein anderes Bild bietet sich aber

im Eserinschnitt an den Stellen, an denen bei weiter Pupille jene Leisten auftreten. Man sieht dort die Dilatatorlamelle bogenartig von der übrigen Pigmentschicht sich abheben und ins Stroma sich ausbuchten. Diese Bogen schliessen oft ziemlich grosse länglich runde Hohlräume ein, die vielfach mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht zur Irishöhe gerichtet sind (Fig. 8 f). Es entstehen dadurch also mehr oder weniger abgeschnürte Röhren, die in ganz lockerem Zusammenhang mit der Dilatatorschicht bleiben. Häufiger findet man nur Halbkanäle, die mit

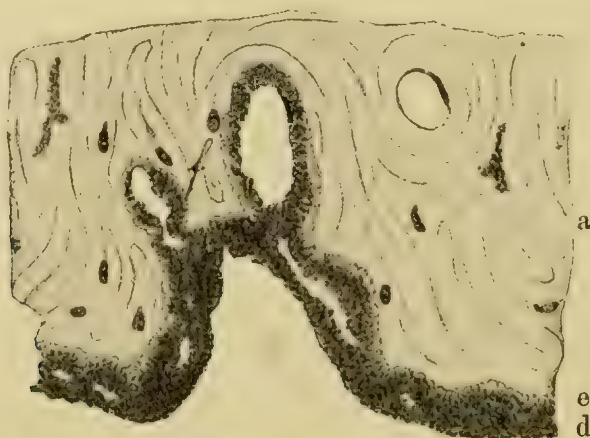


Fig. 8.

Tangentialschnitt von eserinisierter Iris einer Ziege. Oc. 2, Obj. 7 eines Reichertschen Mikroskopes. e äussere Irislamelle, die sich von der inneren in Form von zwei Röhren abhebt. f zu Röhren umgewandelte Leisten der Dilatatorschicht.

ihren Randlippen in die Bruchsche Membran übergehen. Ausserdem sieht man alle Übergänge zwischen Kanälen und röhrenartigen Bogenbildungen. Nur selten zeigen sich an diesen Schnitten Lagerungsverhältnisse der Elemente der Dilatatorschicht wie bei weiter Pupille.

Es ist also hier das eigentümliche Verhalten zu beobachten, dass bei verengerter Pupille die sonst unregelmässig zu Leisten zusammengelagerten Zellen der Dilatatorschicht eine ganz gesetzmässige und typische Aneinanderlagerung erfahren und zwar

derart, dass sie zu röhrenartigen Bildungen sich gruppieren und dass ganz regelmässig in diesen Röhren bezw. Kanälen der pigmentierte Teil nach dem Lumen, der fibrilierte stromawärts sich lagert (vgl. Fig. 7 f und 8 f).

Auch in depigmentierten Schnitten sieht man, dass diese röhrenartigen Bildungen von der Dilatatorschicht (Bruchscher Membran + Protoplasmateilen der Aussenlamelle) allein gebildet werden, indem diese von der inneren Epithellage plötzlich abbiegt und sich bogenartig gegen das Stroma verwölbt. Es liegen ebenfalls dort, wo es zur Röhrenbildung kommt, die Protoplasmateile der Aussenlamelle nach innen, dem Lumen zugekehrt, die Fibrillenbündel dagegen nach aussen, dem Stroma an. In diesen Röhren sind die Protoplasmateile offenbar kleiner; ihre runden, bisweilen ovalen Kerne liegen den Fibrillenbündeln ganz nahe an. Dasselbe gilt ja auch mehr oder weniger von den übrigen Stellen des Schnittes. Die Kerne liegen im allgemeinen weit von einander entfernt. An einzelnen Stellen allerdings sieht man die Protoplasmateile der äusseren Lamelle höher und kuglig geformt, doch enthalten sie relativ wenige Kerne. Die Zellen der inneren Epithellage aber zeigen ebenfalls eine ganz niedrige Form; die Zahl ihrer runden Kerne ist der Mydriasis gegenüber reduziert. Es sind also jene in den Radiärschnitten beobachteten pigmentierten Streifen, die in Eserinschnitten langgestreckte schmale Hohlräume einschlossen, mit den in Tangentialschnitten beschriebenen Leisten und Röhren identisch. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Gebilde nur Modifikationen sind bedingt durch verschiedene Pupillenstellung. Die Zellcomplexe, die in den Falten bei weiter Pupille als leistenartige Verdickungen der Dilatatorschicht auffallen, erfahren in eserinisierter Iris durch die Zugwirkung des Sphincters eine mehr oder weniger röhrenartige Anordnung. Worin der Grund jedoch zu einer derartigen Lagerung zu suchen ist, ist mir nicht bekannt. Dass es sich hier nur etwa um zufällige Be-

funde handle, kann ich als sicher ausschliessen, da ich das Fehlen der Röhren bei weiter Pupille einerseits und das Vorhandensein derselben bei enger Pupille andererseits übrigens auch bei dem Schafe beobachten konnte.

Flachschnitte zeigen wie die Bilder bei den anderen Schnittrichtungen die Bruchsche Membran äusserst dünn und kaum sichtbar. Da diese Schnitte meist etwas schräg zur inneren Oberfläche ausfallen, sieht man der Oberfläche zunächst das innere Pigment und mehr oder weniger parallel dazu die Elemente der äusseren Lamelle. Den radiären groben Falten der Innenfläche entsprechend beobachtet man natürlich auch bei der Ziege im Flachschnitte zahlreiche mit allen Lagen der Irisbedeckung ausgekleidete Vorbuchtungen gegen das Stroma. Von diesen aus setzen sich in Schnitten mit weiter Pupille zahlreiche radiäre solide Fortsätze in das Stroma hinein fort, die aus den Elementen der Dilatatorschicht allein bestehen, und die den in Tangentialschnitten beschriebenen Leisten der äusseren Lamelle entsprechen. An solchen Schnitten ist die Form der Zellen der Dilatatorschicht gut zu überschauen. Man sieht eine feine Fibrillierung in den contractilen Teilen der Dilatatorschicht, die oftmals dadurch undeutlich gemacht sind, dass die pigment- oder kernhaltigen Protoplasmateile dieser Zellen, die im Schnitte in einer tieferen Ebene gelegen sind, durchschimmern. Diese pigmenthaltigen Teile besitzen eine spindelige Form und weisen so auf glatte Muskelelemente hin. Teils an der Oberfläche dieser Fortsätze, teils durch deren Pigmentkörnchen erkennbar, liegen zahlreiche ovale bis stäbchenförmige Kerne, die wie die pigmentierten Fortsätze radiär gerichtet sind. In depigmentierten Schnitten ist vor allem die Fibrillierung der contractilen Teile der Dilatatorschicht besser sichtbar. Zwischen ihnen liegen zahlreiche leicht ovale bis stäbchenförmige Kerne; von ihrem Zelleib ist meist nur eine ganz schmale platte Zone um den Kern herum erkennbar. Die langen Kerne der Dilatatorschicht

heben sich gut von den runden bläschenförmigen der inneren Epithelschicht ab.

In Flachschnitten von eserinisierter Iris sieht man an Stelle der radiären soliden Bündel kanalartige Fortsetzungen der äusseren Schicht ins Stroma hineinstrahlen. Diese entsprechen den röhrenartigen Bildungen in Tangential- und den langen Hohlräumen in den Radiärschnitten bei gleicher Irisstellung. An günstigen Stellen ist das Lumen von kernhaltigen Protoplasmateilen der langgestreckten Zellen der Dilatatorschicht begrenzt, denen aussen eine ganz schmale Zone der contractilen Fibrillen anliegt. Die Kerne sind, sobald ihr Protoplasmaleib gut sichtbar ist, leicht oval; ist dieser unscheinbar klein, so haben die Kerne eine stäbchenartige Form angenommen und sich den contractilen Fibrillen angelegt; vielfach liegen sie auch in den Fibrillenbündeln. Andererseits sieht man jedoch auch wie in Flachschnitten von weiter Pupille solide Stränge aus Zellen der äusseren Irislamelle grosse Strecken das Stroma durchziehen, was dadurch zu erklären ist, dass entweder nur ein Teil derselben die beschriebene Umänderung durchmacht (ungenügende Fixation der Myosis), oder dass der Schnitt durch den Umschlagsteil der Seitenwände der Röhren geführt wurde.

Bezüglich der Verbindung zwischen Sphincter und Bruchscher Membran kann man wie beim Rind beobachten, dass der ciliare Sphincterrand den eigenartigen Radiärgebilden sehr nahe kommt. Die in den Falten zu Leisten erhobenen Zellen der äusseren Lamelle treten mit den dem cilliaren Rande benachbarten Elementen des Sphincters in Verbindung. Weiter pupillarwärts findet man nicht selten an Radiär- und Tangentialschnitten, dass der Sphincter mit ziemlich kräftigen Muskelsträngen sich an der Bruchschen Membran inseriert. Ebenso sieht man in Flachschnitten Faserbündel des Sphincters ihren zirkulären Verlauf verlassen und radiär abbiegen, um sich zwischen den contractilen Teilen der Dilatatorschicht zu ver-

lieren. Mit der Annäherung an den Pupillarrand legt sich auch bei der Ziege wie beim Rinde der Sphincter nur schmal den inneren Irisschichten direkt an.

Schaf.

Das Schaf besitzt im allgemeinen ebenfalls eine schwache Bruchsche Membran, doch ist sie entschieden besser entwickelt, als bei den zuvor behandelten Wiederkäuern. An Radiärschnitten von weiter Pupille tritt sie bei Tieren, deren Iris wenig Pigment enthält, sogar bei schwacher Vergrösserung ziemlich stark in die Erscheinung. Den Einhufern und Fleischfressern gegenüber präsentiert sie sich jedoch ebenfalls verhältnismässig dünn. Wie bei allen Tieren schieben sich von der Pigmentschicht Körnchen und Pigmentklumpen auf sie vor. Die Tinktion auf elastische Fasern ist negativ. Die Pigmentschicht enthält bei verschiedenen Individuen zwischen ihren beiden Lamellen blasige Hohlräume; hinter dem Sphincter verdickt sich die Pigmentschicht wie bei Ziege und Rind nicht wesentlich. An der Innenfläche besitzt die Schafiris wie die von Rind und Ziege zahlreiche und tiefe radiäre Falten; etwas schräg zu diesen gelegte Radiärschnitte zeigen deshalb die schon bei Rind und Ziege erwähnten Einfaltungen, die von der Pigmentschicht in das Stroma vordringen und je nach der Schnittführung ein verschiedenes Aussehen zeigen. Gewisse Einfaltungen werden, soweit es sich an Radiärschnitten beurteilen lässt, in der Hauptsache nur durch die Dilatatorlamelle gebildet; von der Basis her schieben sich nur wenige Elemente der äusseren Lamelle vor, wodurch mehr oder weniger solide Leisten entstehen. Andere dagegen werden durch komplette Einfaltungen der gesamten inneren Irisbekleidung dargestellt, so dass in schrägen Schnitten durch die Falten ein doppelschichtiger Pigmentbogen gebildet wird, der den freien Rand

der grabenartigen Einfaltung umschliest. Es liegen dann äussere und innere Pigmentschicht in diesen Vorbuchtungen einander direkt an. An noch anderen Stellen dagegen bildet sich ein hohler Raum zwischen beiden Lagen dadurch, dass die äussere Schicht sich stärker gegen das Stroma vorbuchtet und die innere in schmalem Bogen über die basalen Teile dieser Faltung hinweg zieht.

Depigmentiert zeigen diese Schnitte fast ganz das gleiche Bild wie die von der Ziege. Nur ist die Bruchsche Membran beim Schaf etwas kräftiger ausgebildet (Fig. 9 b). Die Proto-

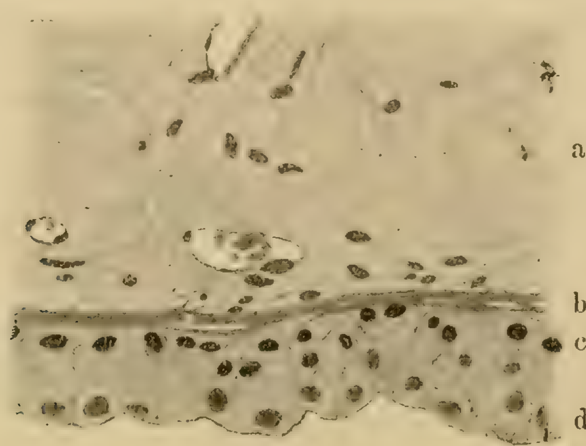


Fig. 9.
Radiärer Schnitt durch eine Iris vom Schafe mit weiter Pupille; depigmentiert. Irismitte.

plasmateile der Dilatatorschicht sind ebenfalls im Verhältnis zum Rind niedrig und unregelmässig geformt. Sie enthalten teils runde, teils leicht ovale Kerne, die ungefähr doppelt so zahlreich als die der inneren Epithelreihe sind. Die Zellen der letzteren sind voluminös und mehr als doppelt so hoch als die Zellteile der äusseren Lamelle; sie besitzen grosse, meist runde, bläschenförmige Kerne. Die oben erwähnten blasigen Hohlräume sind ebenfalls zwischen den Zellen beider Lamellen nachzuweisen. Sie heben die Zellen der inneren Epithellage von den Protoplasmateilen der äusseren ab und bedingen vielfach

Bogenbildungen der ersteren, die aber wesentlich weniger umfangreich sind als beim Pferde. Nach dem Pupillarrand zu werden die Bogen grösser und bilden den Übergang in die grossblasigen Hohlräume des Traubenkorns, die Zietzschmann (38) des näheren beschrieben hat. Die Faltungen präsentieren sich entsprechend dem pigmenthaltigen Schnitt und bieten nichts Neues.

Ciliarwärts endet die Bruchsche Membran plötzlich an der Basis der Processus ciliares, die sich beim Schaf ebenfalls wieder ziemlich weit pupillarwärts auf die Hinterfläche der Iris erstrecken. Die protoplasmatischen Teile der Dilatatorschicht und die innere Epithellage gehen in der bekannten Weise in die Processus ciliares über. Pupillarwärts ist die Bruchsche Membran dagegen bis nahe an den freien Rand verfolgbar, wo sie unregelmässig stark entwickelt ist und verschiedene Verbindungen mit dem Sphincter eingeht. Die Protoplasmateile der Dilatatorschicht und ebenfalls die Zellen der inneren Epithellamelle sind hinter dem Sphincter höher und voluminöser. Kurz vor dem Pupillarrand, wo die Bruchsche Membran verschwunden ist, gleichen sich beide Epithellamellen mehr oder weniger und gehen in der bei der Ziege beschriebenen Weise in einander über.

Wegen Mangels einer eserinisierten Iris habe ich beim Schaf einen Irissektor in der im technischen Teil beschriebenen Weise mechanisch gedehnt, und ich kann wohl sagen, dass die Schnitte hiervon den Verhältnissen einer durch Chemikalien erzeugten Myosis im allgemeinen gut entsprechen. In Radiärschnitten dieser gedehnten Iris ist die Bruchsche Membran wesentlich dünner geworden und wird wie gewöhnlich durch Pigmentkörnchen überdeckt.

Auch die Pigmentschicht ist bedeutend schwächer als in Schnitten von weiter Pupille. Eine Differenzierung derselben

in zwei meist gleich dünne Lamellen ist bis zur halben Höhe des Sphincters nachweisbar. Hier schwillt die Pigmentschicht zunächst wenig, hinter dem pupillaren Drittel des Sphincters dagegen bedeutender an. Eine Faltenbildung ist natürlich auch an der gedehnten Iris ausgesprochen. Man sieht hier deutlich Veränderungen, wie wir sie bei der Ziege schon kennen gelernt haben, d. h. neben den radiären Einfaltungen, die von einem doppelten Belag begleitet sind, finden sich u. a. auch solche, die einen weiten Hohlraum besitzen, der nur von den Elementen der äusseren Lamelle gegen das Stroma hin gebildet wird. Basal dagegen zieht über die Einfaltungen die innere Epithellamelle hinweg und schliesst die Furchen zu einem Kanal ab. Es ziehen sich also die Zellen der inneren Schicht nicht mehr in diese Faltung hinein.

In depigmentierten Schnitten weisen die inneren Irisschichten sämtlich der natürlichen Myosis entsprechende Veränderungen auf. Die Bruchsche Membran präsentiert sich als ein äusserst dünnes, faseriges Gebilde. Die Protoplasmateile der äusseren Lamelle haben sich meist spindelartig gedehnt und in radiärer Richtung ihr angelegt. Die Kerne sind in diesem Falle meist länglich oval und liegen weit voneinander entfernt und direkt der Membran an. Die Zellen der inneren Epithellamelle stellen ebenfalls radiär in die Länge gezogene, niedrige Epithelien mit spärlich auftretenden, runden bis leicht ovalen Kernen dar. An den Einfaltungen sieht man nichts besonderes wie beim pigmenthaltigen Schnitt. Etwa in halber Höhe des Sphincters werden die Zellen der Innenlage und ebenso die Protoplasma teile der Dilatatorschicht höher und liegen gedrängter; die Kerne treten zahlreicher auf. Nach dem Verschwinden der Bruchschen Membran verhalten sich beide Epithelreihen wie an Schnitten von weiter Pupille beschrieben ist. An diesem Präparat ist gut zu sehen, dass die Fasern der Bruchschen Membran nahe zum Pupillarrand heranreichen.

Tangentialschnitte von weiter Pupille zeigen teilweise tiefere in das Irisgewebe einschneidende Falten, teilweise geben nur Andeutungen derselben der Irisinnenfläche ein regelmässig gewelltes Aussehen. Die Bruchsche Membran tritt mit ihrer gefelderten Zeichnung sehr deutlich zutage. Die Pigmentschicht ist verhältnismässig dick. Die sich in diesen Schnitten zeigende, verschiedenartige Faltenbildung und deren teilweise ansitzende besondere Gebilde bestätigen die Resultate der Radiärschnitte. Zunächst gibt es die üblichen Faltungen mit dem Gesamtbezuge. Ferner haben wir wie bei der Ziege an den Falten solide, leistenartige Verdickungen, die durch unregelmässig aneinanderliegende Elemente der äusseren Lamelle allein gebildet werden. Es findet sich kein Hohlraum zwischen beiden Lamellen; die innere senkt sich nur wenig ein, so dass die innere Irisoberfläche dort nur seichte Furchen erkennen lässt. Ferner sehen wir aber beim Schafe auch schon bei Mydriasis tiefe, bogenartig verlaufende Einfaltungen der äusseren Schicht, die einen Hohlraum begrenzen; die innere Schicht springt dann in flachem Bogen über die basalen Ränder der äusseren Faltenbildung hinweg, sodass sich der Hohlraum zwischen beiden Lamellen befindet. Gegen das ciliare Ende der Falten zu treten jedoch die soliden, leistenartigen Verdickungen der äusseren Lamelle in den Vordergrund. Es ist also anzunehmen, dass die geschilderten Bogenfalten der äusseren Lamelle gegen die Peripherie der Iris hin in solide Leisten übergehen. Das genauere Verhalten lässt sich nur an Serien nachweisen. Diese Leisten springen wie bei der Ziege in das Stroma vor und zeigen eine verstreute, häufchenartige Anordnung der Pigmentkörnchen. Im Querschnitt stellen diese Leisten plumpe Vorsprünge dar, die, wie Heerfordt (16) beim Seehund gesehen hat, in secundäre Blättchen zerfallen, so dass auch beim Schafe im Querschnitt „verzweigte Bäumchen“ zu konstatieren sind, um den Ausdruck Heerfordts anzuwenden. Es dürften dies wohl die-

selben Gebilde sein, die Grynfeltt (13) beim Schafe als „plis musculaires“ abbildet. Nach seiner Schilderung und Zeichnung stellen sie zum Teile gefiederte Blätter dar, „une feuille pennée, dont le sillon serait la nervure principale, tandisque les plis représenteraient l'axe des folioles.“ Wie sich aus der Abbildung ersehen lässt, scheinen die Elemente der Dilatatorlamelle teils verstreut durcheinander, teils typisch aneinander zu liegen, doch geht aus der Beschreibung darüber nichts hervor. Nach dem Ciliarende zu werden diese Leisten niedriger und verschwinden allmählich. Am Sphincterende dieser Falten strahlen die Zellen der äusseren Schicht in den Sphincter aus. Hinter dem Schliessmuskel, also nach dem Pupillarende zu, findet man zwar noch regelmässige Faltenbildungen, aber es sind das nur solche, an denen die gesamten inneren Schichten sich beteiligen.

In depigmentierten Schnitten sieht man, dass die soliden leistenartigen Verdickungen wie bei der Ziege aus vollwertigen Zellelementen der äusseren Lamelle bestehen, also nicht etwa nur von der Bruchschen Membran, dem contractilen Teile der Lamelle gebildet werden. Wie bei der Ziege liegen auch beim Schafe in diesen merkwürdigen Leisten die Zellen der Dilatatorschicht mit ihren contractilen Teilen bunt durcheinander, so dass die Bäumchen im Querschnitt doch nicht den von Heerfordt beim Seehund beschriebenen gänzlich gleichen. Im übrigen zeigt sich die Bruchsche Membran ganz entschieden stärker als bei Ziege und Rind. Die Querschnitte der Fibrillenbündel liegen dicht aneinander. Die Protoplasmateile der Dilatatorschicht, die zahlreiche runde, teils ovale Kerne enthalten, liegen ebenfalls gedrängt und sind im allgemeinen etwa halb so hoch wie die Zellen der inneren Epithellamelle. Letztere sind voluminös und besitzen verhältnismässig recht wenig aber grosse bläschenförmige Kerne.

In Tangentialschnitten von mechanisch gedehnter Iris präsentiert sich die Bruchsche Membran wesent-

lich schwächer und die Pigmentschicht niedriger als in den zuvor beschriebenen Schnitten von weiter Pupille. Ferner schneiden die Falten entschieden tiefer in das Irisgewebe ein als bei weiter Pupille. An den den Falten ansitzenden Gebilden habe ich beim Schaf durch mechanisches Dehnen der Iris ganz ähnliche Veränderungen hervorgerufen, wie sie das Eserinauge von der Ziege zeigen. Es haben jene soliden, leistenartigen Verdickungen der äusseren Lamelle zu einem Teile dieselben merkwürdigen Umlagerungen ihrer Elemente in Röhren und Halbkanäle erfahren, wie wir es bei der Ziege kennen gelernt haben. In diesen ist ebenfalls ganz regelmässig der pigmentierte Teil nach dem Lumen, der fibrillierte Teil nach dem Stroma zu gelagert. Die oben genannten Röhren stellen manchmal von dem Pigment vollständig abgeschnürte, dünne Pigmentringe dar, die von quergetroffenen Fibrillenbündeln umschlossen, durch letztere noch in Verbindung mit den inneren Schichten bleiben.

Auch in depigmentierten Schnitten sieht man nicht wie bei weiter Pupille die Elemente der äusseren Lamelle an den Einfaltungen bunt durcheinander liegen, sondern es zeigen die contractilen und protoplasmatischen Teile der Dilatatorschicht die für sie typische Anordnung. In der beschriebenen Weise hebt sich die Dilatatorlamelle von der inneren Epithellage bogenartig ab und bildet jene einen Hohlraum umschliessenden Röhren und Halbkanäle, die von der inneren Lamelle überbrückt werden. Ausserdem findet man in diesen Schnitten auch noch tiefe aber schmale Einfaltungen der Dilatatorlamelle, die von den Epithelien der inneren Lamelle bekleidet werden, indem letztere das gewöhnlich vorhandene durch die äussere Lamelle umschlossene Lumen ausfüllen. Es muss dahingestellt bleiben, ob nicht dieser Befund die Folge einer mangelhaften Dehnung ist, die nur unvollkommen der Wirkung einer natürlichen Myosis entsprochen hat. In diesen Bogenbildungen und in den übrigen Teilen der Iris stellen die con-

tractilen Teile der äusseren Schicht eine dünne, mehr oder weniger zusammenhängende Lamelle dar. Die Protoplasmateile dieser Schicht sind ganz niedrig und meist ohne Kern. Nicht viel höher als letztere zeigen sich auch die Zellen der inneren Epithellage, in der ebenfalls die Zahl der Kerne bedeutend reduziert ist.

In Flachschnitten von einer Iris mit weiter Pupille trifft man die radiären Falten in der Längsrichtung. Liegt der Schnitt nicht ganz parallel zur Hinterfläche, so hängen die epithelialen Stränge mit dem Irisepithel direkt zusammen. Meist beobachtet man, dass die Falten basal (nach innen zu) weit beginnen, dann sich etwas verschmälern, um endlich als schmale Züge parallel das Irisstroma zu durchsetzen. Was die Faltenbildung anlangt, so beteiligen sich an dieser einerseits beide Lamellen, andererseits nur die äussere, wie es aus Tangentialschnitten der betreffenden Pupille ohne weiteres hervorgeht. Im übrigen kann man verschiedene Bilder zu Gesicht bekommen, wie sie sich aus der oben beschriebenen verschiedenen Zusammensetzung der Radiärfalten von selbst ergeben.

Flachschnitte von gedehnter Iris unterscheiden sich nur dadurch von den zuvor beschriebenen, dass die von der äusseren Lamelle gebildeten soliden Züge mehr in den Hintergrund treten. Wie bei der Ziege sieht man kanalartige Hohlräume von der inneren Oberfläche der Iris aus in das Stroma vordringen, die von der Dilatatorlamelle allein ausgekleidet werden. In den der inneren Irisoberfläche näher gelegten Schnitten zeigen selbstverständlich die Falten wieder den vollständigen Irisepithelbelag.

Bezüglich der Verbindungen zwischen Sphincter und Bruchscher Membran kann man wie bei den beiden anderen Wiederkäuern beobachten, dass die radiären Falten mit den Elementen der äusseren Lamelle in den ciliaren Sphincterrand auslaufen. Ausserdem inserieren sich hinter dem Sphincter

sehr reichliche Abfaserungen von diesem in der Bruchschen Membran.

Schwein.

Die Bruchsche Membran ist beim Schwein stärker als bei den Wiederkäuern, doch nicht so gut wie beim Pferd entwickelt. An Radiärschnitten von weiter Pupille stellt sie ein verhältnismässig breites Gebilde dar, das wiederum entsprechend ihrer Zusammensetzung aus Bündeln eine deutliche Fibrillierung aufweist. Wie beim Pferd genauer beschrieben senken sich auch beim Schwein von seiten des Stromabindegewebes Fäden zwischen die Fibrillenbündel der Membran ein, die sich zwischen diesen bei starker Vergrösserung als matte Linien zu erkennen geben (Fig. 10 b). Elastische Fasern sind nicht in ihr vorhanden. Ab und zu findet man auch Kerne in der Membran, die jedoch nach der Form und dem Bau für Bindegewebskerne zu halten sind, da man annehmen muss, dass sie mit den Bindegewebsfasern zwischen die Fibrillenbündel der Membran gelangt sind. Ausserdem dringen von der Pigmentschicht wie bei den zuvor erwähnten Tieren Pigmentkörnchen und -zacken auf die Membran vor. Die Pigmentschicht selbst bleibt sich im allgemeinen an der ganzen Irisinnenfläche gleich stark. Bei einzelnen Exemplaren verdickt sie sich hinter dem Sphincter unbedeutend. An Irides, die wenig pigmentiert sind, ist eine Differenzierung der Pigmentschicht in eine dünne äussere und eine drei- bis vierfach so dicke innere Lage erkennbar, deren dunkelblaue Kerne häufig sehr deutlich durch das relativ locker eingestreute Pigment sichtbar sind. Die Pigmentation kann in den einzelnen Irides recht verschieden sein. Die einen sind in ihrer inneren Lamelle ganz gleichmässig und dicht, in der äusseren nur wenig pigmentiert; in den anderen ist in der inneren Lamelle das Pigment ungleichmässig verteilt, derart, dass in den Zellen hellere, mehr oder

weniger runde Räume (Vacuolen) entstehen, die central nur schwach braunkörnig sind (Fig. 10 d). In der Regel ist dann auch hier die äussere Lamelle schwach pigmentiert. In verschiedenen Schnitten fallen vereinzelte in das Stroma ausbrechende Faserbündel auf, die längliche Kerne enthalten und denen Häufchen von Pigmentkörnchen eingelagert sind. Es sind dies ziemlich niedrige leistenartige Verdickungen der äusseren Lamelle, welche von dieser aus radiär in das Stroma sich einsenken und nach dem Spincter hinziehen. Man sieht deutlich

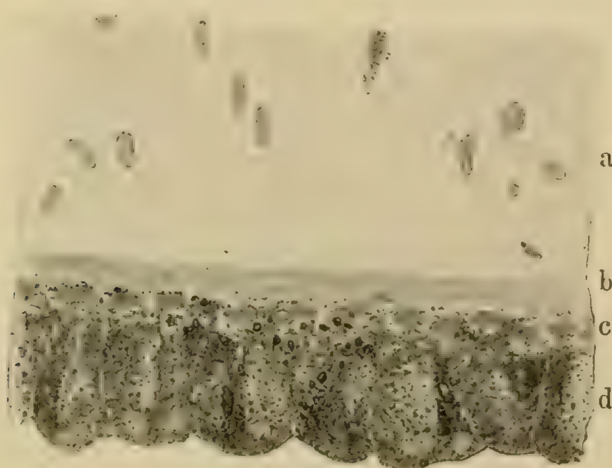


Fig. 10.
Pigmenthaltiger Radiärschnitt einer Iris vom Schwein; weite Pupille.

dass sich an der Leistenbildung nur allein die äussere Lamelle beteiligt, während die innere über deren Basis glatt hinwegzieht. Sie gleichen in Radiärschnitten gewissen bei den Wiederkäuern beschriebenen Leisten, die von der äusseren Lamelle allein gebildet werden. Näheren Aufschluss wird der Tangentialschnitt geben.

In depigmentierten Schnitten präsentiert sich die Bruchsche Membran als ein verhältnismässig dickes fibrilliertes Gebilde, das dem übrigen Gewebe gegenüber besonders gut tingiert ist. Ihre Fibrillenbündel sind zu einer dicken Schicht aneinander gelagert, die etwa so breit wie die Protoplasmalage der äusseren

Lamelle ist (Fig. 11 b und c). Die epithelialen Teile letzterer sind verhältnismässig niedrig und von ihrem Protoplasmaleib, der dunkler granuliert erscheint als das Protoplasma der inneren Zellreihe, ist meist nur ein schmaler Hof um den Kern erkennbar. Die Kerne liegen sehr gedrängt direkt an der Bruchschen Membran, zum Teil übereinander geschoben und sind meist oval geformt. Die innere Epithellage besteht aus drei- bis vierfach so hohen Zellen wie die äussere Lamelle. Sie sind unregelmässig cylindrisch, zum Teil etwas ausgebaucht, zum

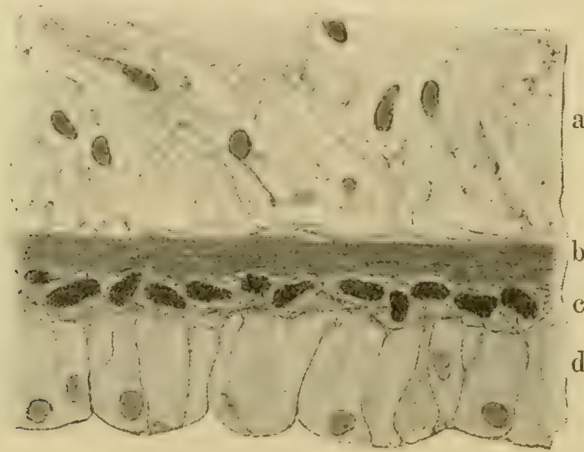


Fig. 11.

Radiärschnitt durch eine Iris vom Schwein; depigmentiert. Mittlere Irispartie. Oc. 4., Oel. I. 1/12 eines Reichertschen Mikroskopes.

Teil sehr schlank. Das Protoplasma ist meist nur schwach gekörnt und heller als das der Dilatatorlamelle. Es zeigt an der Stelle, an welcher beim pigmenthaltigen Schnitt die Aufhellung zu sehen ist, mehr oder weniger scharf begrenzte Räume, in denen das kleinblasige Wabenwerk des Protoplasma aufgelockert, zum Teil ganz geschwunden erscheint. Die Zellen besitzen runde, bläschenförmige, im Schnitt wenig getroffene Kerne, die meist nahe der inneren Oberfläche gelegen sind, zuweilen aber be besonders schmalen Zellen auch einmal sehr nahe an die äussere Epithellage herankommen können.

An der Irisbasis gehen die Epithellamellen, wie schon ohne

weiteres am pigmentierten Präparat sichtbar ist, in die entsprechenden Epithellagen der Proc. ciliares über, indem kurz vor dem basalen Rande der Regenbogenhaut die Protoplasmateile der äusseren höher, die Zellen der inneren dagegen bedeutend niedriger werden. Wie ich schon beim Pferd und Rind beschrieben habe, macht sich auch beim Schwein ciliar in der inneren Lamelle eine Aufhellung in der Pigmentation geltend; derart, dass die letzte kurze Strecke vor dem Umbiegen auf den Proc. ciliaris fast vollständig frei von Pigmentkörnchen ist. Es ist das ein Verhalten, welches das innere Epithel noch eine ganze Strecke am Ciliarfortsatz beibehält. Die Pigmentation der äusseren Lamelle wird in der Regel erst am Umbiegungswinkel eine stärkere und erreicht sehr bald ihr Maximum kurz jenseits der Umschlagsstelle, wo die Zellen der äusseren Schicht die für die Pars ciliaris retinae charakteristische Höhe erreichen. Bis zu dieser Stelle lässt sich auch an der Grenze zum Stroma des Ciliarfortsatzes die contractile Schicht (Bruchsche Membran) verfolgen. Zum Unterschied von den zuvor beschriebenen Tieren setzt sich diese also eine kurze Strecke weit auf die Proc. ciliares fort, wo sie unter allmählichem Schwächerwerden endigt. Nach der anderen Seite hin ist der Dilatator im allgemeinen hinter dem Sphincter etwas schmaler aber bis kurz vor dem Pupillarrand noch deutlich sichtbar. In der ganzen Breite des Schliessmuskels der Pupille steht die Membran mit letzterem durch zahlreiche Faserbündel in Verbindung und unter allmählichem Schwächerwerden verschwindet sie dort, wo sich das pupillare Sphincterende an die inneren Irisschichten anlegt. Die Protoplasmateile der Dilatatorschicht werden hinter dem Sphincter allmählich höher und gleichen vor dem Verschwinden ihrer contractilen Teile mehr oder weniger den Zellen der inneren Epithellage, deren Zellform an der ganzen Innenfläche fast immer konstant bleibt. Beide Lamellen gehen am Pupillarrand oder um letzteren herum an der Aussenfläche der Iris bogen-

artig ineinander über. Die Zweischichtung ist in der Breite des Sphincters fast durchgängig erhalten.

Wegen Mangel einer Eseriniris habe ich wieder einen Sector mechanisch gedehnt. Es ist mir dadurch sehr gut gelungen, an den inneren Schichten Veränderungen hervorzurufen, die einer durch Chemikalien erzeugten Myosis bei anderen Tieren vollkommen entsprechen. Vor allem ist der Unterschied zwischen diesen Schnitten und denen von weiter Pupille ganz bedeutend. Diese Präparate zeigen ganz ähnliche Bilder, wie ich sie beim Pferde beschrieben habe, d. h. die Bruchsche Membran prä-

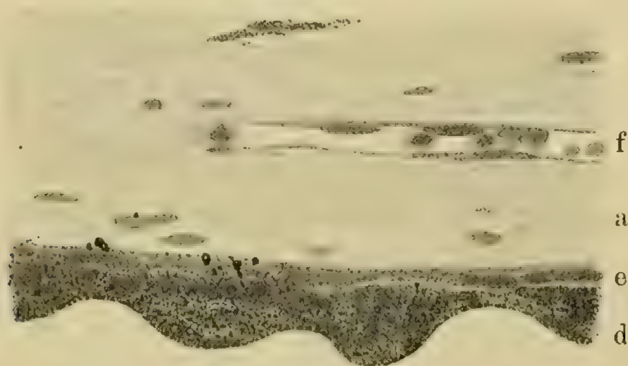


Fig. 12.

Pigmentierter Radiärschnitt durch einen mechanisch gedehnten Irissektor vom Schwein. Irismitte. e äussere Irislamelle; Kerne und pigmentiertes Protoplasma sind in die Bruchsche Membran hineingezogen. f Blutgefäss.

sentiert sich selbst bei starker Vergrösserung nur sehr dünn und ist dann wegen der eingelagerten Pigmentkörnchen stellenweise ganz undeutlich sichtbar (Fig. 12 e). An besonders gut ausgeprägten Stellen aber fehlt eine Bruchsche Membran gänzlich, so dass dieses Bild dem beim Pferde von Zietzschmann (39) beschriebenen völlig gleicht. Hier sieht man, wie das Pigment, welches bei dem betreffenden Tiere in der äusseren Lamelle nur spärlich vertreten war, die gesamte Schicht mehr oder weniger gleichmässig durchsetzt und wie die Körnchen mitten in sie hineingezogen sind. Von einer besonderen pigmentfreien Membran an der Grenze zum Stroma kann also keine Rede sein. In diesen Schnitten kann man aber keine leistenartigen

Verdickungen der äusseren Lamelle mehr wie bei weiter Pupille beobachten; sie sind also ähnlich wie beim Rinde bei der Dehnung verschwunden. Die innere Pigmentschicht ist sehr dünn und setzt sich meist deutlich gegen die in der Hauptsache nur sehr schwach pigmentierte äussere Lamelle ab. Nur an wenigen Stellen ist die Pigmentation der letzteren so dicht, dass sie mit der inneren für das Auge verschmilzt. Die innere Oberfläche der inneren Schicht bildet wie beim Pferde eine schöne Wellenlinie mit teils höheren, teils niedrigeren Bergen und Tälern

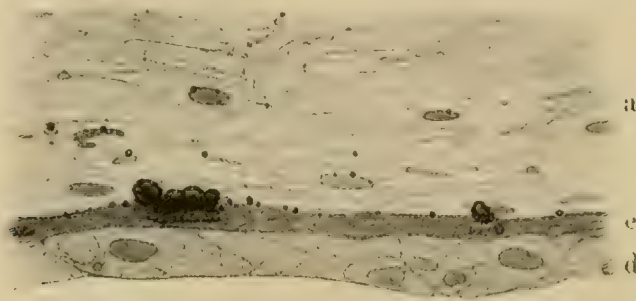


Fig. 13.

Radiärer Schnitt durch eine mechanisch gedehnte Iris vom Schwein; depigmentiert. Irismitte. e äussere Irislamelle; die Kerne und die protoplasmatischen Teile der Dilatatorzellen sind in die fibrillierten Teile hineingeschoben. Eine Bruchsche Membran existiert nicht mehr. (Eine Stelle, an der die Bruchsche Membran im pigmenthaltigen Schnitt vollständig verschwunden ist.) Oc. 4., Oel. I. $^1/_{12}$ eines Reichertschen Mikroskopes.

(Fig. 12 d). Hinter dem Sphincter wird die Pigmentschicht etwas dicker.

In depigmentierten Schnitten zeigt sich die Bruchsche Membran ganz bedeutend dünner als bei weiter Pupille und fein fibrilliert. An vielen Stellen jedoch ist sie als membranartiger äusserer Belag völlig verschwunden, da die Kerne mitten in ihr gelegen sind (Fig. 13 e). Es kommt dann ein Bild zustande, das sehr an glatte Muskulatur erinnert. Es liegen die langgestreckten Kerne also mitten in dem mehr oder weniger gleichmässig fibrillierten Zelleibe. Das Protoplasma hat sich dementsprechend auch mehr oder weniger gleichmässig zwischen

den Primitivfibrillen verteilt. Im anderen Falle, wo eine schwache Membran noch selbständig in die Erscheinung tritt, ist es natürlich nicht zu einer so vollständigen Durchdringung der Fibrillen mit dem Protoplasma gekommen, und die Kerne zeigen eine gegen die innere Oberfläche der Lamelle vorgeschobene Lage. Die Zahl der Kerne ist im Schnitte gegenüber der bei weiter Pupille bedeutend reduziert (vgl. Fig. 13 e und 11 c). Selten sind von der äusseren Lamelle Protoplasmaleiber sichtbar. Diese sieht man dann spindelförmig in die Länge gezogen mit ihren stäbchenförmigen Kernen der Innenseite der Membran anliegen. Die Zellen der inneren Epithellage sind ebenfalls mehr oder weniger radiär gedehnt und wie beim Pferde durch seichte Einschnürungen zu einzelnen kleinen Zellhaufen abgeteilt, die durch schmale Brücken miteinander im Zusammenhang bleiben.

Am ciliaren Ende treten mit Abnahme der Breite der contractilen Membran die Kerne wieder aus ihr heraus. Die Protoplasmateile werden wieder sichtbar und gehen in der bekannten Weise in die äussere Lage der Pars ciliaris retinae über. Hinter dem Sphincter liegen die Zellen der inneren Epithellamelle gedrängter. Die Bruchsche Membran ist wieder kernlos und die protoplasmatischen Teile der Dilatatorschicht treten zu einer niedrigen äusseren Lamelle zusammen. Kurz vor dem Pupillarrande sieht man dieselben Verhältnisse wie an Schnitten von weiter Pupille.

An Tangentialschnitten von weiter Pupille zeigt sich die Innenfläche der Iris mässig gewellt. Die Falten, die wenig tief in das Irisgewebe eindringen, werden von sämtlichen inneren Schichten ausgekleidet, und bei oberflächlicher Betrachtung sieht man es nicht zu einer besonderen Faltenbildung der äusseren Lamelle wie bei den Wiederkäuern kommen. Am meisten haben diese Schnitte also mit denen vom Pferde Ähnlichkeit. Wie in jenen tritt auch in diesen die Bruchsche Membran mit ihrer gefelderten und punktierten Zeichnung als

relativ dicke Schicht sehr deutlich zutage, die auf ihre Zusammensetzung aus Fibrillenbündeln hinweisen (Fig. 14 b). Mit der äusseren Pigmentlamelle, von der sich wie gewöhnlich vielfach Pigmentklümpchen auf die Membran bezw. zwischen ihre Fibrillenbündel schieben, sieht man die Querschnitte dieser Bündel in innigster Verbindung. Bei genauerer Betrachtung wird man jedoch belehrt, dass ganz ähnlich wie bei den Wiederkäuern an der äusseren Lamelle solide leistenartige Vorsprünge sitzen, die wie dort Kerne und schwaches Pigment besitzen, aber ziemlich niedrig sind (Fig. 14 e). Diese Vorsprünge entsprechen

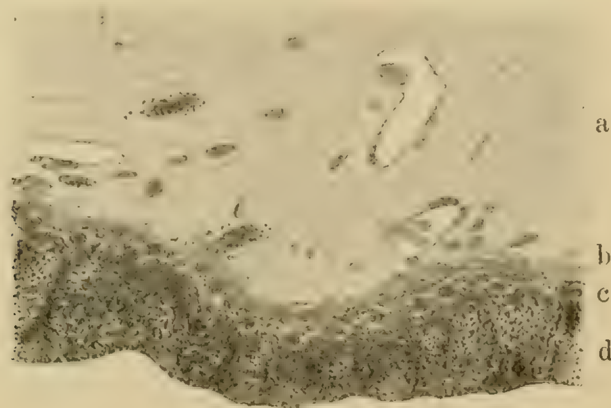


Fig. 14.

Tangentialschnitt durch eine Iris vom Schwein; pigmenthaltig; weite Pupille. Aus der mittleren Partie der Iris. e Dilatatorleiste.

den im Radiärschnitt schon erwähnten. Oft sitzen diese Leisten in gleicher Höhe mit den flachen Radiärtälern der Irrisinnenfläche, oft lassen sich zwischen beiden keine Beziehungen nachweisen. Sicher ist jedoch, dass an der Bildung dieser Leisten die innere Epithellamelle der Iris sich in keiner Weise beteiligt. Die äussere Pigmentlage ist wie im Radiärschnitt sehr dünn und man sieht sie vielfach in einzelne Pigmentklumpen zerlegt, während die innere Pigmentlamelle meist die vierfache Breite der äusseren einnimmt (Fig. 14 c und d).

In depigmentierten Schnitten weist die Bruchsche Membran wie bei allen anderen Tieren eine deutliche Körnung auf, die zu

Häufchen gruppiert die Fibrillen der contractilen Dilatatorelemente kennzeichnet (Fig. 15 b). Diesen Fibrillenbündeln sind wie in Radiärschnitten die zahlreichen runden und leicht ovalen Kerne der äusseren Lamelle innen ganz dicht angelagert und von ihrem Zelleib ist ebenfalls meist nur ein schmaler Hof erkennbar. Die äussere Lamelle zeigt jedoch nicht die gleichen Dickenverhältnisse; es finden sich vielmehr an ihr die erwähnten niedrigen leistenartigen Verdickungen, die durch die vollwertigen Zellelemente der äusseren Lamelle und zwar von diesen allein gebildet werden (Fig. 15 e). Dem Rind gegenüber, das doch

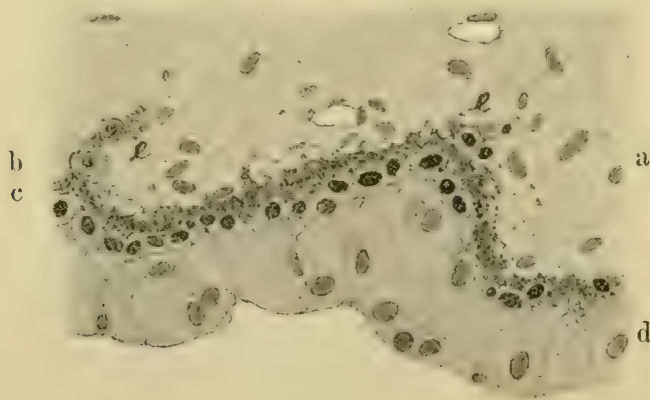


Fig. 15.

Tangentialschnitt durch eine Iris vom Schwein; weite Pupille. Aus den mittleren Partien der Iris. e Leisten der Dilatatorlamelle.

ebenfalls nur solche leistenartige Verdickungen an der äusseren Irislamelle zeigt, liegen beim Schweine aber die Zellen in den Leisten bunt verstreut, sie sind nicht so typisch angeordnet wie dort und gleichen demnach gewissen Sonderbildungen an der Aussenlamelle bei Schaf und Ziege. Die Zellen der inneren Epithellage liegen dicht aneinander gedrückt, sind sehr hoch und besitzen verhältnismässig wenig grosse und bläschenförmige Kerne, die auch im Tangentialschnitt der inneren Oberfläche nahegelegen sind.

T a n g e n t i a l s c h n i t t e von g e d e h n t e r I r i s bilden ein ausgezeichnetes Gegenstück zu den eben beschriebenen. Die

Bruchsche Membran stellt im Gegensatz zur weiten Pupille einen fein gekörnten mehr oder weniger scharf abgesetzten, sehr dünnen Streifen dar, der von verhältnismässig wenig Pigmentkörnchen überstreut ist (Fig. 16 e). Wie in den entsprechenden Radiärschnitten sieht man vielfach kleine runde Kerne zwischen den Querschnitten der dünnen Fibrillenbündel liegen. Die pigmentierte äussere Lage deckt sich in ihrem Bau ganz mit den Bildern aus den Radiärschnitten. Sie ist sehr pigmentarm und ihre locker aneinander liegenden Pigmentklümpchen lassen meist die Kerne der Dilatatorschicht durchblicken. An letzterer lässt

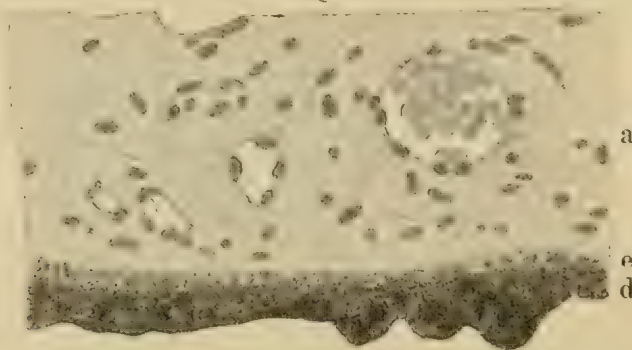


Fig. 16.
Tangentialschnitt durch einen mechanisch gedehnten Irissektor vom Schwein; pigmenthaltig. Irismitte. e äussere Irislamelle, Pigment und Kerne in die Bruchsche Membran eingezogen.

sich in diesen Schnitten genau wie in den Radiärschnitten von gedehnter Iris keine radiäre Leistenbildung nachweisen. Es ist das ein Verhalten, welches wir schon ganz ähnlich beim Rinde kennen gelernt haben und das dort bei eserinisierter Iris nur mit dem Unterschiede zu beobachten war, dass beim Rinde nicht sämtliche dieser Leisten zum Verschwinden gebracht worden waren. Man dürfte diese Erscheinung, die ich hier nur bei mechanisch gedehnter Schweineiris gesehen habe, wohl auch bei durch Eserin erzeugter Myosis finden, und demnach wäre sie als eine physiologische anzusehen. Die innere Pigmentlage ist höchstens halb so dick wie in Schnitten von weiter Pupille (Fig. 14 d und 16 d).

In depigmentierten Schnitten sieht man wie in den entsprechenden Radiärschnitten die Protoplasmateile der Dilatatorschicht fast vollständig in ihre contractilen Teile hineingezogen. Nur eine ganz schmale Protoplasmazone ist zwischen den Fibrillenbündeln und der inneren Epithellamelle erkennbar, die den Rest der Protoplasmaschicht der Aussenlamelle darstellt (Fig. 17 e). Diese ist häufig durch eine feine Körnung, also durch Querschnitte von Fibrillenbündeln unterbrochen; andererseits sind die Protoplasmateilchen der Aussenlamelle meist so schmal dass sie nicht die Dicke ihrer Kerne zu fassen vermögen. Diese

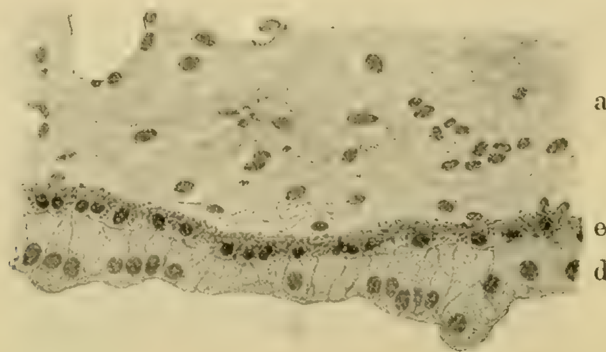


Fig. 17.

Tangentialschnitt durch einen mechanisch gedehnten Irissektor vom Schwein, depigmentiert. Partie aus der Irismitte. e äussere Irislamelle; die protoplasmatischen Teile der Zellen sind klein geworden und zum Teil mit den Kernen zwischen die Fibrillen hineingezogen. Der Effekt ist kein so vollständiger wie in Fig. 13. Dilatatorleisten fehlen.

kommen deshalb zwischen die Fibrillenbündel zu liegen. Die innere Epithelreihe besteht aus verhältnismässig niedrigen, meist kubischen oder niedrig cylindrischen Zellen.

F l a c h s c h n i t t e bieten nichts sonderlich Bemerkenswertes; man bekommt bei oberflächlicher Betrachtung ähnliche Bilder wie beim Pferde. Vom dicken Pigment schieben sich entsprechend der schwachen radiären Faltenbildung der Innenfläche pyramidenartige Fortsätze in das Stroma vor, die von den contractilen Teilen der Aussenlamelle (der Bruchschen Membran) bekleidet sind. Die Membran präsentiert sich verhältnismässig breit und an ihrem Übergange in das Pigment liegen zahlreiche

leicht ovale Kerne. Sehr häufig setzen sich aber von der äusseren Lamelle aus strangartige Fortsätze in das Stroma fort, die aus spindelförmigen längsstreifigen, schwach pigmentierten Zellen zusammengesetzt sind, d. h. diese Fortsätze bestehen aus den glatten Muskelzellen ähnelnden Elementen der äusseren Lamelle. Depigmentiert zeigen sich die contractilen Teile der äussern Lamelle deutlicher fibrilliert; ihre leicht ovalen Kerne sitzen ihnen teils basal an, teils sind sie zwischen den Fibrillenbündeln gelegen. Nach der inneren Oberfläche schliesst sich ein ausgedehnter Komplex unregelmässiger polygonaler Epithelien mit bläschenförmigen Kernen an, die der inneren Epithellage entsprechen. Die beschriebenen Radiärleisten lassen den Aufbau aus spindelförmigen Elementen der äusseren Lamelle noch deutlicher erkennen als im pigmenthaltigen Präparat.

Hund.

Von unseren Haustieren hat der Hund nach meinen Untersuchungen den stärksten Dilatator, wenn man damit die Bruchsche Membran als solche meint. In atropinisierter Iris präsentiert sie sich, wenn die Wirkung gut eingetreten ist, als ein kräftiger breiter Strang, der ebenso breit wie die gesamte Pigmentschicht ist (Fig. 18 b). Nach dem Stroma zu wird sie von an dieser Seite angestauten pigmentierten Stromazellen in mehr oder weniger gerader Linie abgegrenzt. Hier sind ausserdem der Membran meist zahlreiche Bindegewebskerne eingelagert; diese dringen sehr häufig mit den Bindegewebsfasern, die ja, wie beim Pferd eingehender beschrieben, die Membran durchsetzen, in sie ein und täuschen so Kerne der Dilatatorschicht vor. Man findet deshalb in den meisten Schnitten in weiteren Abständen Kerne in der Membran vor; ich muss hier besonders betonen, dass dies nicht Kerne sind, die der äusseren Lamelle der Pars iridica retinae angehören. Dass zwischen den Fibrillen-

bündeln der Aussenlamelle Bindegewebsfasern verlaufen, lässt sich bei der Bruchschen Membran in der Iris vom Hund sehr gut mit Säurefuchsin-Pikrinsäure nach van Gieson nachweisen. Nach solcher Färbung geben sich diese zwischen den gelbtingierten contractilen Fasern als ein ganz feines Netz von rot gefärbten zarten Fäserchen zu erkennen. Elastische Fasern sind nicht nachweisbar. Wie bei den übrigen Tieren liegen in der Membran zahlreiche Pigmentkörnchen, doch schieben sie sich nur auf eine schmale Zone hinüber, so dass der bei weitem grösste Teil der breiten contractilen Schicht vollkommen pigment-

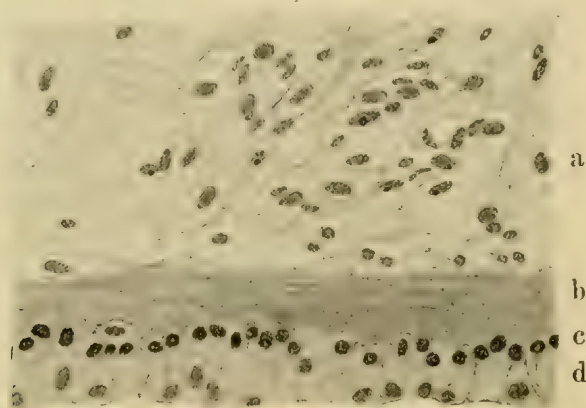


Fig. 18.

Radiärschnitt einer atropinisierten Iris vom Hunde; depigmentiert. Partie aus der ciliaren Irishälfte.

frei erscheint. Man sieht also in gewöhnlich gefärbten Präparaten (Hämatoxylin-Eosin) beim Hunde vor dem Pigment ein ganz besonders breites, deutlich rot gefärbtes Band. Eine besondere Faltenbildung der äusseren Lamelle allein bezw. leistenartige Verdickung derselben, wie sie sich in der Iris von den Wiederkäuern und vom Schweine finden, und wie sie Grynfeltt (13) auch beim Hunde gut ausgeprägt gesehen haben will, konnte ich trotz peinlichster Aufmerksamkeit beim Hunde nicht beobachten. Ich muss also hier entgegen Grynfeltt das Fehlen solcher Leisten konstatieren. Das Nähere siehe beim Tangentialschnitt. Anderseits finden sich an der Irisinnenfläche

natürlich auch beim Hunde Radiärfalten, die von allen Schichten des inneren Überzugs der Regenbogenhaut gebildet werden und die wir an den Tangentialschnitten noch näher kennen lernen werden. Die Pigmentschicht in der Atropiniris ist meist nicht dicker als die Bruchsche Membran. Bei einzelnen Tieren enthält sie zahlreiche rundliche bis ovale hellere Räume wie beim Schwein, in denen das Pigment weniger dicht liegt (Sekretion?). Eine deutliche Differenzierung der Pigmentschicht in ihre beiden Lamellen kann man nicht erkennen; hinter dem Sphincter wird sie unwesentlich dicker.

In depigmentierten Schnitten sieht man die nicht fibrillär differenzierten Teile der Dilatatorschicht eine niedrige Lage protoplasmatischer Zellteile bilden. Die Kerne liegen wie beim Pferde sehr dicht aneinander und der Membran angedrängt und sind teils rund, teils leicht oval geformt; in letzterem Falle sind sie meist senkrecht oder etwas schräg zur Membran gestellt. Bisweilen liegen die Kerne auch übereinander geschoben. Wie beim Schwein werden diese Kerne von einem sehr schmalen Hof von Protoplasma umgeben, sind also in dieser Richtung vor allem von denen des Rindes unterschieden (Fig. 18 c). Die Epithelien der inneren Lamelle stellen meist hohe cylindrische Zellformen dar, die teils bauchig aufgetrieben, zum Teil schmal zusammengepresst sind. Entsprechend der Aufhellung in den pigmenthaltigen Zellen kann man im depigmentierten Präparat sehr deutlich vacuolenartige hellere Hohlräume im trüben Protoplasma erkennen. Diese Räume sind in der Hauptsache der äusseren Lamelle zugekehrt. Das körnige Protoplasma dieser Zellen sitzt dann näher der inneren Oberfläche und ist oft halbmondartig nach innen zu dem vacuolisierten Teile angeschlossen. Der Kern der Zellen liegt in der Regel an der Grenze zwischen beiden Zellabschnitten in den körnigen, protoplasmatischen Teil eingeschlossen und zeigt dann, wenn die Vacuole umfangreicher geworden ist, oft eine schüsselartig eingedrückte

oder sogar platte Form. Natürlich gibt es auch Zellen, denen Protoplasmaaufhellungen fehlen; dann liegt der Kern in der Regel auch der inneren Oberfläche weniger nahe und erscheint kugelig oder oval. Diese geschilderten Verhältnisse werden zum Teil von Zietzschmann (37) schon abgebildet. Meine Fig. 18 ist absichtlich von einer solchen Stelle gewählt, die diese Aufhellungen nicht zeigt.

Kurz vor der Irisbasis werden diese Zellen niedriger, bis sie eine kubische Form annehmen; gleichzeitig nimmt das Pig-



Fig. 19.

Depigmentierter Radiärschnitt einer eserinisierten Iris vom Hunde. Zur Demonstration des ciliaren Endes der Bruchschen Membran. Umschlagstelle der Epithelschichten der Iris auf den Processus ciliaris. Bruchsche Membran setzt sich eine Strecke weit auf den Ciliarkörper fort. e doppeltes Epithel der Pars ciliaris retinae; f Stroma des Ciliarfortsatzes.

ment allmählich ab und die Zellage geht auf den Ciliarfortsatz über, ohne dass jedoch das Pigment sogleich verschwindet. Die äussere Lamelle schlägt sich auch fast unverändert auf die Proc. ciliares über, und ganz allmählich werden die protoplasmatischen Teile (analog dem Niedrigerwerden der Bruchschen Membran) höher. Die Bruchsche Membran setzt sich nämlich wie beim Schwein noch eine Strecke weit auf die Ciliarfortsätze fort und verliert sich erst auf diesen unter allmählichem Dünnerwerden (Fig. 19b). Sie hält sich aber dabei streng an die Protoplasmateile der äusseren Lamelle; sie ist also auch an der Um-

biegungsstelle auf dem Ciliarkörper gegen das aussenanliegende Stroma genau so scharf abgesetzt wie an allen übrigen Teilen der Iris. Eine radiäre Ausstrahlung gegen die Spatia anguli ridis hin muss ich also auch beim Hunde ganz bestimmt in Abrede stellen. Pupillarwärts kann man die Bruchsche Membran bis kurz vor den Pupillarrand verfolgen. Hinter dem Sphincter geht sie mit letzterem häufigere Verbindungen als bei den anderen Tieren ein; diese Faserbündel, die sog. Speichenbündel, sind beim Hunde recht gut entwickelt, wie Fig. 20 g zeigt. Die Bruchsche Membran wird ausserdem hinter dem Schliessmuskel gewöhnlich etwas schwächer und verschwindet ziemlich plötzlich unweit des Pupillarrandes. Die epithelialen Teile der Dilatatorschicht behalten bis zum Verschwinden der Membran ihre bereits geschilderte Form bei und werden danach von den vollwertigen Epithelzellen der äusseren Lamelle fortgesetzt, die in der Form denen der inneren Epithelschicht gleichen. Letztere werden hinter dem Sphincter meist unbedeutend höher und zeigen eine mehr oder weniger cylindrische Form. Am Pupillarrande oder an der Aussenfläche der Iris gehen beide Lamellen in der bekannten Weise ineinander über.

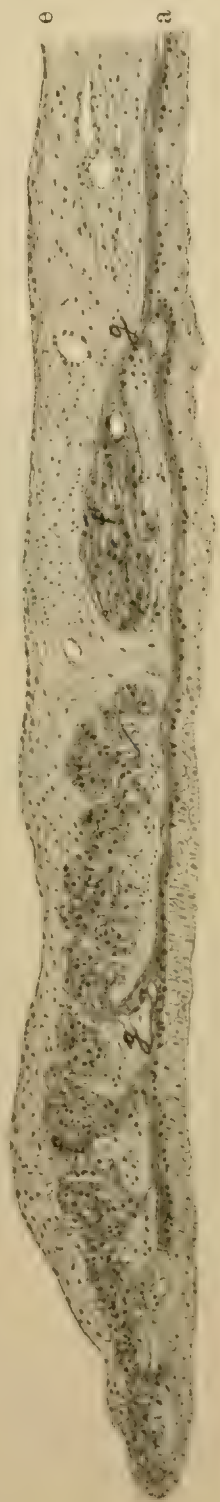


Fig. 20.

Depigmentierter Radiärschnitt durch den Pupillarand der Iris des Hundes. Zur Demonstration des pupillaren Endes der Bruchschen Membran und der Verbindungen derselben mit dem Sphincter. Mittelweite Pupille. e Pars iridica retinae mit Bruchscher Membran; f Sphincter; g Speichenbündel. Oc. 2., Objekt. 8 eines Zeissschen Mikrokopes.

Bei einem Hund ist es mir mittelst

Eserin und Morphium gelungen, einen Bulbus zu erhalten, dessen Pupillendurchmesser 2 mm beträgt (Fig. 21 A). Radiärschnitte durch diese Iris zeigen den Dilatator aber immer noch als ein verhältnismässig kräftiges Gebilde (Fig. 22 e); doch weist er nicht im entferntesten mehr die Breitendimension auf, wie an atropinisierter Iris (Fig. 18 b). Die Bruchsche Membran ist höchstens halb so dick in der eserinisierten Iris wie in atropinisierter. In ihr finden sich ebenfalls hie und da Bindegewebskerne; die Anzahl dieser Kerne ist jedoch entschieden geringer als in Schnitten von atropinisierter Iris. Es erklärt sich dieser Befund vielleicht daraus,



Fig. 21.

A eserinisierte Iris (ausgeprägte Myosis) eines Hundes; B atropinisierte Iris (ausgeprägte Mydriasis) eines Hundes; von der Glaskörperseite aus gesehen. Die Iris wird von den Falten des Ciliarkörpers radiär umstrahlt. Natürliche Grösse.

pass bei Myosis die contractilen Fibrillenbündel der Aussen lamelle gespannt und verdichtet und durch die Dehnung der ganzen Iris diese Kerne in der Hauptsache ins Stroma zurückgezogen werden. Bei dem in Frage kommenden Tiere (einem Dackel-Bastard), von dem ich die gut gelungene Myosis-Iris erhielt, ist die Pigmentation im allgemeinen eine geringe, so dass man in der äusseren wie inneren Schicht an dünnen Schnitten sehr schön die blau gefärbten Kerne durchsehen kann. So sieht man schon im pigmenthaltigen Schnitte die Innenseite der Membran von einer grossen Anzahl hintereinander liegender, ovaler Kerne begrenzt, die den epithelialen Teilen der äusseren Lamelle angehören und Membran von Pig-

ment trennen. Die Pigmentschicht ist sehr niedrig im Verhältnis zur atropinisierten Iris. Im allgemeinen ist sie noch dünner als die Bruchsche Membran selbst. Ganz ähnlich wie oben schon geschildert, sind in der Pigmentlage Aufhellungen (Vacuolen) erkennbar, in denen die Pigmentkörnchen reduziert erscheinen. Im allgemeinen bleibt sich die Pigmentschicht an der ganzen inneren Irisfläche gleich breit. Erst nach dem Verschwinden der Bruchschen Membran, also kurz vor dem Pupillarrande, verdickt sie sich um etwa das Doppelte.

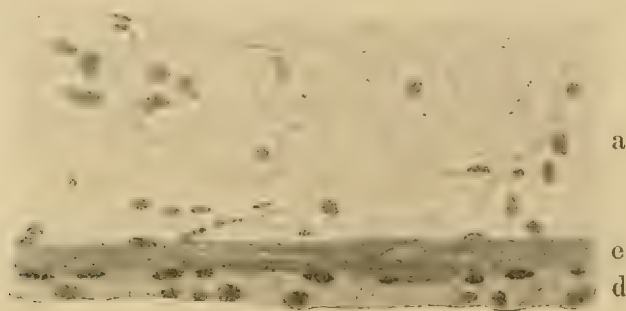


Fig. 22.

Radiärschnitt einer eserinisierten Iris vom Hunde; depigmentiert. Mittlere Irispartie. e äussere Irislamelle ist derart umgewandelt, dass die länglichen Kerne und die protoplasmatischen Teile derselben der inneren Oberfläche der noch ziemlich dicken Bruchschen Membran eingelagert sind.

In depigmentierten Schnitten wird die Epithelbekleidung der Irisinnenfläche streng genommen nur von der inneren Epithellamelle gebildet. Die Protoplasmateile der äusseren Lamelle (Dilatatorschicht) sind wie beim Pferd und Schwein vollkommen in den contractilen Teil der Dilatatorschicht hineingezogen (Fig. 22e). Die Kerne der äusseren Lamelle, die abgesehen von einigen runden sämtlich eine längliche Form bekommen haben und radiär gestellt sind, haben sich entweder zwischen die oberflächlichen Fibrillenbündel der Membran gelagert oder liegen der Innenseite letzterer der Länge nach an. Bisweilen fallen an den Polen der Kerne blasse Stellen auf, die Reste der Protoplasmaleiber der äusseren Lamelle darstellen. Die Zahl

der Kerne ist auf der gleichlangen Strecke gegenüber den Schnitten von atropinisierter Iris bedeutend reduziert. Die Zellen der inneren Epithellage stellen teils niedrige cubische Zellformen dar, teils sind sie radiär in die Länge gezogen. Ihre grossen bläschenförmigen Kerne liegen weit auseinander und sind in ihrer Form variabel, ganz unabhängig von dem Grade der Vacuolisierung der Zellage.

Über das Ciliarende der inneren Irisschichten ist nichts Besonderes zu erwähnen, als höchstens der Punkt, dass bei der in Frage kommenden Iris die Wirkung des Eserins an dieser Stelle nicht zum Ausdruck gekommen ist. Man sieht infolgedessen die Kerne der äusseren Lamelle mit ihrer protoplasmatischen Umhüllung deutlich getrennt innen an der Bruchschen Membran liegen, wie in der Fig. 19c deutlich zu sehen ist. Im übrigen kann man gut die in Frage kommenden zwei Zellreihen an der Iris und im Ciliarfortsatz unterscheiden. Wie oben schon beschrieben, setzt sich die Bruchsche Membran etwas schwächer werdend noch eine Strecke auf die Proc. ciliares fort. Hinter dem Sphincter erscheint die Membran etwas dünner als basal und zeigt zahlreiche Abfaserungen an den Sphincter (Fig. 20g). Die Bruchsche Membran endet beim Hund erst kurz vor dem Pupillarrande und ist bis dorthin fast gleich stark, so dass die Endigung sehr plötzlich erfolgt. Die Epithelschichten bleiben bis zum Verschwinden der Membran fast unverändert, so dass, solange letztere sichtbar ist, die protoplasmatischen Teile der Dilatatorschicht keine selbständige Lamelle darstellen. Nach dem Verschwinden der Membran dagegen präsentieren sich plötzlich zwei gleichartige Epithellamellen, die in der bekannten Weise ineinander übergehen.

Tangentialschnitte von atropinisierter Iris zeigen an der Innenfläche sehr reichliche und verhältnismässig tiefgehende Faltenbildung. An dieser nehmen sämtliche innere Schichten teil, ohne dass eine derselben etwa in der Tiefe der Täler

besondere Umwandlungen zeigte. Der Hund zeigt demnach die gleichen Verhältnisse wie das Pferd. Die eigenartigen Leisten und spezifischen Einfaltungen, wie wir sie bei allen Wiederkäuern und dem Schweine kennen gelernt haben, fehlen also, so dass der Aufbau der Irisinnenfläche beim Hunde ein einfacherer ist als bei diesen Tieren. In diesem Punkte sind, wie ich oben schon bemerkt habe, meine Befunde denen Grynfeltts (13) gegenüber abweichend. Er schreibt nämlich im allgemeinen den Carnivoren (exklusive Bär) und speciell dem Hunde sehr bedeudende „plis musculaires" zu, ohne aber näher auf diesen Punkt einzugehen. Auch bei der Katze habe ich derartige Gebilde nicht gefunden, wiewohl ich annehmen muss, das Grynfeltt auch dort solche gesehen hat; jedoch führt er die Katze bei diesem Punkte nicht besonders auf, so dass ich darüber nichts Bestimmtes sagen kann. Beim Hunde ist die Bruchsche Membran z. T. ziemlich reichlich (siehe oben) mit Pigmentkörnchen und Häufchen übersät, und man sieht wie im Radiärschnitt häufig Bindegewebskerne zwischen den Querschnitten der Fibrillenbündel liegen. Diese Schnitte, mit Säurefuchsin-Picrinsäure (van Gieson) gefärbt, präsentieren die Bindegewebsfasern als ein zart verzweigtes, rottingiertes Netzwerk zwischen den gelbgefärbten Querschnitten der Fibrillenbündel der Membran. Im übrigen liegen die Fibrillenbündel der einzelnen Zellen so dicht aneinander, dass sie eine vollständig zusammenhängende Schicht ohne deutliche Felderung bilden. An der Grenze der Membran zur Pigmentschicht sieht man die zahlreichen blauen Kerne liegen, die den Protoplasmaleibern der Dilatatorschicht angehören. Die Pigmentschicht ist, wie schon gesagt, meist nicht viel breiter als die Membran. Im übrigen ist ihr Verhalten ganz so, wie ich es am Radiärschnitt geschildert habe.

In depigmentierten Schnitten präsentieren sich die epithelialen Teile der Dilatatorschicht wie in Radiärschnitten ebenfalls als niedrige, unregelmässige Gebilde, deren Zelleib fast voll-

ständig von ihren verhältnismässig grossen Kernen ausgefüllt wird. Letztere liegen dicht aneinander; die leicht oval geformten Kerne sind infolgedessen meist senkrecht zur Membran gestellt. Die Epithelien der inneren Lamelle sind häufig seitlich comprimiert und cylindrisch. Was die Vacuolisierung der Zellen und die damit zusammenhängende Veränderung der Kernform anlangt, so verweise ich auf das oben beim Radiärschnitt Gesagte.

In Tangentialschnitten von eserinisierter Iris haben sich die Falten fast ganz ausgeglichen. Wie auch in Radiärschnitten der Eseriniris enthält die Bruchsche Membran verhältnismässig sehr wenig Bindegewebskerne zum Unterschied von der Atropiniris. Ihrem Aufbau aus Fibrillenbündeln entsprechend zeigt die anderen Tieren gegenüber immerhin noch starke Membran die im Tangentialschnitt für sie charakteristische Felderung und eine feine Körnung derselben. Der weiten Pupille gegenüber ist ein Zerfall in einzelne Felder entschieden deutlicher. An allen Stellen des Schnittes präsentiert sich die Membran breiter als die Pigmentschicht. Wie im entsprechenden Radiärschnitt sieht man ebenfalls die Kerne der Schichten deutlich und daher auch das abgeänderte Verhalten der Kernreihe der äusseren Lamelle der Bruchschen Membran gegenüber. Sehr gut erkennt man nämlich, dass diese Kerne von innen her zwischen die Fibrillenbündel hineingezogen sind.

Ebenso zeigen depigmentierte Schnitte, dass die Kerne der äusseren Lamelle in die Membran gepresst sind, jedoch nur so oberflächlich, dass sie gerade noch der inneren Epithellamelle anliegen. Höchst selten sind kleine Reste von den protoplasmatischen Teilen der äusseren Lamelle erkennbar. Die Kerne sind klein und rund; sie liegen im allgemeinen verhältnismässig dicht, aber in der Hauptsache weiter voneinander als in atropinisierter Iris. Die innere Epithellage ist äusserst kernarm und zeigt das im Radiärschnitt geschilderte Verhalten.

Flachschnitte bringen absolut nichts Neues. Das Bild gleicht wegen der Übereinstimmung in den Radiärfalten dem vom Pferde. Die Bruchsche Membran bildet ungewöhnlich breite Aufsätze über den pyramidenartigen Vorstössen des Pigments und stellt eine kräftige Scheidewand zwischen letzterem und den pigmentierten Stromazellen dar. In der Höhe vom Sphincter tauschen häufig der Kreismuskel und die Bruchsche Membran Faserbündel aus, und man sieht wie bei den übrigen Tieren Bündel des Sphincter ihren circulären Verlauf verlassen und sich zwischen die Fibrillenbündel der Bruchschen Membran einsenken. In ganz parallel zu der inneren Irisoberfläche geführten Schnitten aus bestimmten Höhen der Irisdicke fallen im Stroma isolierte Züge von der Dilatatorlage auf, die an die in Flachschnitten von Wiederkäuern und dem Schweine erhaltenen Bilder erinnern. Sie sind jedoch wegen des viel stärkeren Durchmessers der Dilatatorschicht bedeutend breiter als bei den letztgenannten Tieren. Diese könnten auf den ersten Blick leistenartige Verdickungen der äusseren Lamelle vortäuschen; Tangentialschnitte geben jedoch ohne weiteres Aufschluss darüber, dass die Verhältnisse ganz wie beim Pferde liegen. Ebenso zeigen depigmentierte Flachschnitte dem Wesen nach die gleichen Bilder wie die vom Pferde.

Katze.

Die Bruchsche Membran zeigt sich bei der Katze recht gut entwickelt (Fig. 23b); im Durchschnitt fand ich sie jedoch nicht so kräftig wie beim Hunde entgegen den Funden von Grynfeltt (13). Bei weiter Pupille trifft man die Iris stets hochgradig contrahiert an, so dass auch mittelst Atropin gekein ausprägterer Grad von Mydriasis zu erzielen ist. In Schrägschnitten stellen sich an der Innenfläche der Iris wie bei allen Tieren Falten ein, die bei der Katze besonders tief sind. In

der Tiefe dieser Radiärfalten setzen sich oft Züge des Dilatators in das Stroma fort, die man für eine besondere Faltenbildung der äusseren Lamelle halten möchte; doch Tangentialschnitte werden zeigen, dass man es nicht mit Gebilden wie bei den Wiederkäuern und dem Schweine zu tun hat. Diese scheinbar selbständigen Ausstrahlungen in Radiärschnitten werden bei der Katze nur dadurch bedingt, dass die relativ dicke Membran an den schräg zur Schnittebene sich einsenkenden Falten nicht senkrecht getroffen wird. Der Membran sind im übrigen wie bei allen Haussäugetieren ungleichmässig Pigmentkörnchen eingestreut. An der Aussenfläche der Membran findet man eigentümlicherweise zuweilen starke Einlagerungen von Pigment, das vollständig dem groben und schwarzbraunen Pigment der hinteren Irisschichten gleicht. Es hebt sich durch die dunklere Färbung und die gröbere Körnung von dem äusserst feinkörnigen oder auch homogen erscheinenden Pigment der Stromazellen der Iris ab, die Hasche (15) näher beschrieben hat. Elastische Fasern finden sich nicht in der Bruchschen Membran. Die Pigmentschicht ist dick und nimmt von der pupillaren Hälfte des Sphincters an allmählich an Breite ab, um als verhältnismässig dünne Schicht am Pupillarrand zu enden. Beide Pigmentlagen setzen sich nicht deutlich voneinander ab; wenn jedoch eine Differenzierung erkennbar ist, so zeigt sich die innere entschieden höher als die äussere. Wie beim Hund findet man in der Pigmentschicht zahlreiche Aufhellungen und Vacuolen, in denen die Pigmentkörnchen entweder reduziert erscheinen oder fehlen; beide Lamellen lassen die dunkelblauen Kerne durchblicken.

In depigmentierten Schnitten sieht man die Protoplasmateile der äusseren Lamelle bei der Katze relativ hoch, doch nicht im entferntesten so dominierend, wie es bei den Wiederkäuern der Fall ist. Sie liegen dicht aneinander; ebenso sind ihre Kerne sehr zahlreich, die wegen der gedrängten Lage ihrer

Protoplasmateile meist senkrecht, oft aber auch schräg zur Bruchschen Membran gestellt und dann nicht in gleicher Höhe gelagert sind (Fig. 23 c). Die Zellen der inneren Epithelreihe sind meist cylindrisch geformt und wie beim Hund entweder bauchig aufgetrieben oder schmal zusammengepresst (Fig. 23 d). Sie sind stets viel höher als die protoplasmatischen Teile der Aussenlamelle. Entsprechend den Vacuolen und den Aufhellungen im pigmenthaltigen Schnitt sind ebenfalls wie beim Hund im Protoplasma

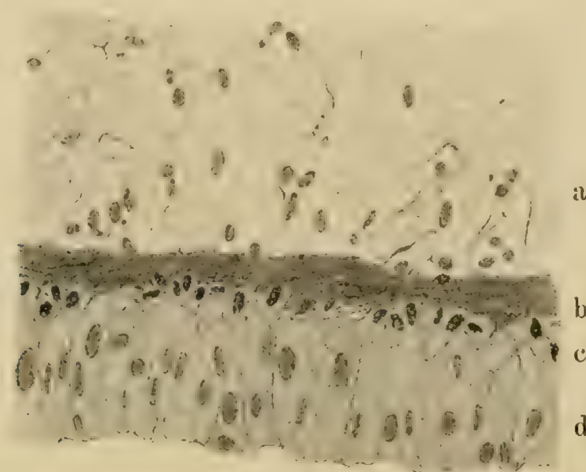


Fig. 23.

Depigmentierter Radiärschnitt durch die Iris einer Katze, weite Pupille. Partie aus der peripheren Sphincterhälfte. Figur zeigt deutlich mehrere Kerne von Stromazellen der Bruchschen Membran an- und rechts im Bilde einen Kern ihr eingelagert.

der Zellen der Innenlage hellere Hohlräume zu erkennen, die in der Regel der äusseren Lamelle zugekehrt sind. Die Kerne sind teils rund und bläschenförmig oder oval, teils länglich oder stark zusammengedrückt, ganz analog der Form des Zelleibes. Sie liegen in verschiedenen Höhen verstreut.

An der Irisbasis setzt sich die Pigmentschicht auf die Ciliarfortsätze fort, ohne auf diesen wesentlich niedriger zu werden. Der Übergang des Pigments von der Pars iridica retinae auf die Pars ciliaris retinae ist nicht regelmässig. Man sieht, dass oft ganze Strecken der Ciliarfortsätze in der Nähe der Irisbasis eine pig-

mentierte Innenlage noch besitzen. Diese Pigmentation kann sehr unregelmässig sein, so dass zwischen zwei pigmentierten Partien eine fast pigmentfreie Zone auftreten kann. Kurz gesagt, die Bilder sind in dieser Richtung recht verschieden. Die Bruchsche Membran wird an der Irisbasis bedeutend schwächer und setzt sich als ein dünnes Gebilde wie beim Hund und Schwein eine kurze Strecke auf die Processus ciliares fort, ohne aber, wie wiederum besonders betont sei, radiär auszustrahlen. Auf der anderen Seite sieht man die Membran hinter dem Sphincter allmählich schwächer werden. In der ganzen Breite des Sphincters tauschen letzterer und die Membran Faserbündel aus. Pupillarwärts wird die Membran im Schnitt fadenartig dünn und endet wie beim Hunde kurz vor dem Pupillarrande. Merkwürdigerweise werden die epithelialen Teile der Dilatatorschicht hinter dem Sphincter allmählich niedriger (Fig. 23c); bisweilen legen sie sich flach der Membran an; es kommt selbst vor, dass je weiter man die Membran pupillarwärts verfolgt, die Protoplasmateile der Dilatatorschicht immer niedriger werden, bis sie schliesslich ganz unscheinbar geworden und ihre Kerne in die Membran hinein gezogen sind. Nach dem Verschwinden der contractilen Membran setzt sich die äussere Epithellage in Form von ganz niedrigen kleinen Zellen fort, die zu einer ziemlich deutlichen Lamelle zusammengelagert sind. Erst ganz kurz vor dem Pupillarrand werden diese Zellen etwa cubisch und gehen an dessen freiem Rande in die Epithelien der inneren Lamelle über, die nur um ein Weniges grösser sind. Sie werden nach dem Auftreten der Dilatatorschicht allmählich höher und nehmen erst nahe dem ciliaren Rande des Sphincters die geschilderten Eigenschaften an.

Bei der Katze ist mir die Beschaffung einer in Myosis befindlichen Iris missglückt. Obgleich die Operation selbst sehr gut gelungen war — ich konnte die enucleierten Bulbi, deren hintere Hälfte ich teilweise abtrennte, mit ganz enger, für die

Katze charakteristischer schlitzartiger Pupille bis in die Fixierungsflüssigkeit einbringen — musste ich doch wahrnehmen, dass die Pupille in der Fixierungsflüssigkeit sich allmählich vollständig wieder erweiterte. Als Ersatz für eine enge Pupille habe ich deshalb wieder einen Quadranten mechanisch gedehnt. In Radiärschnitten hiervon zeigt sich die Bruchsche Membran gegenüber den Schnitten von weiter Pupille ganz entschieden schwächer; es ist jedoch wieder der Erfolg der Dehnung nicht überall gleichmässig eingetreten. Man sieht z. B., dass in der Mitte der Iris, wo diese ziemlich dick ist und wo das Kreisgefäss liegt, die Bruchsche Membran sich kräftiger präsentiert als den anderen Stellen, wo das nicht besonders gestützte Irisgewebe keinen stärkeren Widerstand der Dehnung entgegengestellt hat. Dasselbe gilt auch von der Pigmentschicht, die ebenfalls schwächer als bei weiter Pupille ist, aber an den gleichen Stellen dicker erscheint, wo die Membran sich breiter zeigt. An den Stellen der Pigmentschicht, die sich in Dehnung befinden, treten die Aufhellungen gegenüber der weniger gedehnten Partie in der Pigmentschicht etwas in den Hintergrund. Meist kann man die dunkelblauen Kerne in beiden Lagen durchschimmern sehen. In Schrägschnitten sind die Radiärfalten der Iris niedriger als bei weiter Pupille; sie zeigen kaum etwas Besonderes. Sie werden wiederum von beiden Irislamellen gebildet. Meist scheint jedoch merkwürdigerweise gerade in der Tiefe der Falten die Vacuolisierung der Zellen der inneren Pigmentlage besonders ausgeprägt zu sein. Beide Lamellen, die die Falte bilden, liegen aber überall direkt aneinander, so dass ein Spalt zwischen beiden nicht vorhanden ist.

In depigmentierten Schnitten sind an den gedehnten Stellen die epithelialen Teile der äusseren Lamelle selbstverständlich niedriger als bei weiter Pupille, häufig legen sie sich ziemlich flach ihren fibrillär differenzierten Teilen an. Hinter dem Sphincter und weiter pupillarwärts namentlich sind meist nur

Reste von den protoplasmatischen Teilen zu sehen und ihre Kerne sind in die Membran gezogen. Die Zahl der Kerne hat sich relativ sehr vermindert gegenüber der bei weiter Pupille. Auch die Zellen der inneren Epithelreihe sind bedeutend niedriger geworden und oft nicht viel höher als die Protoplasmateile der äusseren Lamelle. Meist weisen sie eine verhältnismässig breite cubische Form auf, die sie hinter dem Sphincter bis zum Übertritt in die äussere Lamelle bewahren. In Schrägschnitten bestätigt sich hier das, was vom pigmenthaltigen schon gesagt wurde; in der Tiefe der Furchen, wo wir im Pigment die grösseren Hohlräume hatten, ist ein direkter Zerfall der Zellen der inneren Schicht nachweisbar. Man sieht dort formlose Zellreste, teils die Hohlräume begrenzend, teils in ihnen liegend.

Am basalen und pupillaren Ende der gedehnten Iris findet man im Princip dieselben Verhältnisse, wie sie in Präparaten von weiter Pupille beschrieben sind.

Tangentialschnitte von der Iris der Katze zeichnen sich durch eine reiche und tiefgehende Faltenbildung aus. Es nehmen an dieser sämtliche innere Schichten teil. In Schnitten von weiter Pupille präsentiert sich die Bruchsche Membran als ein punktiertes Band, das so breit wie die äussere Lamelle der Pigmentschicht ist. Wie beim Hunde liegen ihre Felder dicht aneinander, so dass die Membran einen zusammenhängenden körnigen Streifen bildet. Die gesamte Pigmentschicht ist aber mindestens doppelt so stark wie die Membran und besitzt wie im Radiärschnitt wieder zahlreiche hellere Hohlräume, bezw. Vacuolen. Manchmal sind diese in der Tiefe der Faltentäler ziemlich gross (s. oben); so kommt es, dass an dieser Stelle im Tangentialschnitt die äussere Lamelle sich bogenartig scheinbar von der inneren Lamelle abhebt. Bei oberflächlicher Betrachtung erinnert dies Bild also an gewisse Falten bei Ziege und Schaf. Diese Bildung ist jedoch nicht den gedachten Faltungen bei genannten Tieren gleichzustellen, da hier bei der

Katze die innere Lamelle nicht bogenartig an der Basis der Einfaltung vorüberzieht, sondern sich tief in die Falten einsenkt, und am Grunde der Falten nur eine erhöhte Vacuolisierung bezw. teilweisen Zerfall ihrer Elemente aufweist. In depigmentierten Schnitten zeigen die Protoplasmateile der äusseren Lamelle in der Form und in der Anordnung ihrer Kerne dieselben Verhältnisse, wie im entsprechenden Radiärschnitt. Dasselbe gilt auch für die Zellen der inneren Epithellage. In diesen Schnitten sieht man vor allem, dass die Falten von beiden Zellreihen gebildet werden. Sie sind ganz entschieden tiefer als in Tangentialschnitten von gedehnter Iris.

Tangentialschnitte von gedehnter Iris zeigen wie die entsprechenden Radiärschnitte sowohl die Bruchsche Membran wie auch die Pigmentschicht wesentlich schwächer als Schnitte von weiter Pupille. Wie beim Hund legen sich auch in gedehnter Iris die Fibrillenbündel der Membran viel deutlicher als bei weiter Pupille zu einzelnen Feldern zusammen, so dass der Zerfall in die zu den einzelnen Zellen gehörigen Fibrillenbündel viel deutlicher wird. Die Pigmentschicht enthält wie im Radiärschnitt zahlreiche Vacuolen; diese sind, wie ich schon im Tangentialschnitt von weiter Pupille bemerkt habe, in der Tiefe von verschiedenen Faltentälern recht umfangreich. Im übrigen aber werden auch hier die Falten von den beiden vollständigen Lamellen gebildet.

Ebensowenig findet man in depigmentierten Schnitten ähnliche Bildungen wie bei den Wiederkäuern und dem Schwein. Die Vacuolen in der Tiefe der Faltentäler geben sich als grosse runde Hohlräume zwischen beiden Epithellamellen zu erkennen. Die Protoplasmateile der Dilatatorschicht sind wie im entsprechenden Radiärschnitt sehr niedrig, zum Teil unscheinbar klein; ihre Kerne sind zwischen die Fibrillenbündel der Membran hineingezogen, wie ich schon bei anderen Tieren geschildert habe. Vor allem hat die Zahl der Kerne gegenüber der im

Tangentialschnitt von weiter Pupille im Gesichtsfeld bedeutend abgenommen. Die Epithelien der inneren Lamelle präsentieren sich wie im entsprechenden Radiärschnitt ebenfalls niedriger als in Schnitten von weiter Pupille. Sie sind meist cubisch, in den Falten jedoch sieht man sie noch vielfach schmal und cylindrisch. Ihre Kerne sind von variabler Form und verhältnismässig spärlich sichtbar.

Flachschnitte von der Iris der Katze sind namentlich durch lange und breite Züge des Dilatators charakterisiert. Diese durchziehen entweder als solide fibrilläre Stränge grosse Strecken des Stroma, oder sie führen, wenn sie breiter werden, einen mehr oder weniger dicken Pigmentstreifen in der Achse. Ein axialer Hohlraum findet sich dann in den Strängen, wenn der Schnitt ganz nahe der inneren Oberfläche geführt wird, da im übrigen die beiden Blätter der Falten einander berühren. Dieser Hohlraum ist natürlich von den Epithelien der inneren Schicht begrenzt, welche Vacuolen wie in den zuvor beschriebenen Schnitten erkennen lassen.

Zusammenfassung.

Aus meinen Untersuchungen über den Aufbau der inneren Irisschichten unserer Haussäugetiere geht hervor, dass sämtliche Tiere einen mehr oder weniger gut entwickelten Pupillenerweiterer, Dilatator, besitzen. Unter dem Dilatator hat man die sogenannte Bruchsche Membran und die nicht fibrillär differenzierten Zellteile der äusseren Epithellamelle der Iris zu verstehen. Die äussere Lamelle der secundären Augenblase, (des Augenbechers) entwickelt ja, wie Heerfordt (16), Szily (34)

u. a. auf embryologischem Wege dargelegt haben, die Bruchsche Membran. Der Dilatator baut sich danach aus epithelialen, den glatten Muskelzellen nur ähnlichen Elementen auf. Es sind das Zellen, deren Protoplasmaleib derartig in zwei diametral angeordnete fibrillierte Fortsätze ausläuft, dass das kernhaltige Protoplasma etwa in der Mitte der Längsachse der Zellen sich anhäuft und zwar einseitig dem Fibrillenteil sich anlegend. Es kommen auf diese Weise spindelförmige Zellen zustande, wie sie Heerfordt (16) und Hotta (20) abgebildet haben. Diese Zellen ordnen sich derart flächenhaft aneinander, dass die kernhaltigen pigmentierten Protoplasmaleiber nach innen zu liegen kommen, zu einer Lamelle verschmelzen und einen Teil der Epithelbekleidung der Iris bilden. Die fibrillär differenzierten pigmentfreien Teile dieser Lamelle dagegen legen sich nach aussen, dem Stroma der Iris zugekehrt, zu Bündeln zusammen und bilden eine membranartige Schicht, die sogenannte Bruchsche Membran. Die die Membran aufbauenden Fibrillenbündel und die nicht fibrillär differencierten Teile der Zellen der äusseren Epithellamelle bilden also morphologische und physiologische Einheiten, und diese stellen in ihrer Gesamtheit den Dilatator dar. Die fibrillär differencierten Teile der Dilatatorschicht sind bei den einzelnen Tierarten verschieden stark entwickelt.

In meiner Abhandlung hatte ich es mir zur Aufgabe gemacht, die Veränderungen zu schildern, die sich bei den einzelnen Tierarten der Haussäuger während der Vorgänge der Pupillenerweiterung und Pupillenverengerung geltend machen Man kann beobachten, dass bei Mydriasis, also bei Contraction der Elemente des Erweiteres des Sehloches, neben der Zunahme des Dickendurchmessers der Gesamtiris die Elemente der Irisinnenschichten vor allem an Dicke gewinnen. Die Bruchsche Membran, die äussere, sowie die innere Pigmentlamelle, wenn ich kurz so sagen darf, haben eine beträchtliche Dicke. Die radiär gestreifte Bruchsche Membran bildet als

breite, in Hämatoxylin-Eosinschnitten schön rot gefärbte Lage eine deutliche Grenze zwischen Pigment und Irisstroma. Das Pigment erscheint mehr oder weniger gerafft. Die Zellen der inneren Lamelle können zu mehreren Lagen übereinander geschoben sein. An depigmentierten Schnitten erkennt man vor allem innen an der Fibrillenmembran eine Reihe deutlicher Protoplasmaleiber, die nach der Tierart verschiedene Formen und Grössen aufweisen. Ihre Kerne liegen im Gegensatz zur Myosis stets eng aneinander und schieben sich häufig in Reihen übereinander. Sie zeigen teils runde, teils leicht ovale Kernformen und sind kleiner und durchschnittlich doppelt so zahlreich, als die Kerne der inneren Epithellamelle. Zwischen die Fibrillenbündel der Bruchschen Membran schieben sich vom Stroma her Bindegewebsfasern ein, die Hüllen um diese Bündel bilden, und mit denen auch Stromazellen mit ihren Kernen vordringen können. So kommt es, dass die Bruchsche Membran, die doch nur von dem contractilen kernlosen Teile der Zellen der äusseren Irislamelle gebildet wird, auch Kerne in sich bergen kann. Diese Kerne gehören also nicht zur Bruchschen Membran; sie finden sich am häufigsten beim Hunde und der Katze. Im übrigen liegen also bei Mydriasis die Kerne der sogenannten Dilatatorzellen nicht in der Bruchschen Membran selbst; diese sitzen vielmehr vom körnigen Protoplasma der Zellen umgeben dem Fibrillenteile innen an.

Bei Myosis finden sich alle Iristeile in Dehnung. Deshalb sind auch unsere Schnitte schmal im äusseren-inneren Durchmesser. Die Bruchsche Membran wird dünner, ja sie kann sogar völlig verschwinden. Bei den Tieren, die eine sehr dicke fibrilläre Schicht aufweisen, ist allerdings der Grad der Dickenabnahme nie so bedeutend. Das Dünnerwerden der Membran ist einerseits die Folge der radiären Dehnung bei der Myosis, andererseits aber die Folge davon, dass bei dieser Dehnung die innen ansitzenden pigmentierten Protoplasmateile mitsamt den

Kernen zwischen die Fibrillen hineingezogen werden und diese so die Fibrillen zum Teil oder gänzlich verdecken. In diesem Sinne also könnte die Bruchsche Membran als eine temporäre Bildung aufgefasst werden, wie es Zietzschmann (39) getan hat; jedoch trifft das nach meinen Untersuchungen nur für das Pferd und das Schwein zu. Bei allen anderen Tieren gelang es mir nicht, die Bruchsche Membran bei Myosis, auch nicht auf kurze Strecken, in Pigmentpräparaten zum völligen Verschwinden zu bringen. Immer aber kann man nach Wegschaffung des Pigments beobachten, dass die Kerne und die Protoplasmateile der Zellen der äusseren Irislamelle eine mehr oder weniger starke Umlagerung erfahren und zwar insofern, als die Protoplasmateile, die bei Mydriasis je nach der Tierart als verschieden grosse, der Membran innen ansitzende Zellteile imponieren, in mehr oder weniger hohem Grade in die fibrillierte Schicht hineingezogen werden und insofern, als die Kerne engere Lagebeziehungen zur Membran bekommen. Man kann wie schon erörtert beobachten, dass bei gut ausgeprägter Myosis die Kerne mehr oder weniger vollständig zwischen die Fibrillen vorgeschoben erscheinen. Es bekommt der Dilatator dadurch bei einzelnen Tieren das Aussehen eines echten glatten Muskels. Während die Kerne bei Mydriasis im allgemeinen runde oder leicht ovale Form besitzen und in letzterem Falle meist senkrecht zur Bruchschen Membran stehen, legen sie sich bei Myosis stets mehr oder weniger langgezogen in radiärer Irisrichtung der Membran an oder auch ein. Ferner sind sie gegenüber der Mydriasis weiter voneinander gerückt, und ihre Anzahl ist im Gesichtsfeld stets reduziert. Im allgemeinen kann man die Beobachtung machen, dass bei Myosis die Bruchsche Membran von denjenigen Tieren Kerne der Dilatatorzellen enthält, bei denen die protoplasmatischen Teile der Dilatatorschicht im Zustande von Mydriasis schon klein oder nicht viel grösser sind, als dass sie ihren Kern bergen können (Hund, Schwein und

Pferd). Teilweise beherbergt auch die Katze bei Myosis Kerne in der Membran. Nie dagegen sieht man bei dieser Pupillenstellung bei den Wiederkäuern in der Bruchschen Membran Kerne liegen. Das bisher für Myosis geschilderte Bild deutet also auf Dehnung sämtlicher Teile der äusseren Irislamelle. Das gleiche beobachtet man aber auch an den Zellen der Innenlamelle. Wegen der Einfachheit im Aufbau dieser Schicht machen sich naturgemäss am Zelleib und Zellkern nur Formveränderungen geltend, die in radiärer Dehnung dieser Teile bestehen.

Was das Verhalten des Dilatators bei den einzelnen Tierarten betrifft, so kann man unschwer zwei Gruppen aufstellen; die eine Gruppe wird vertreten durch Pferd, Hund und Katze; diese besitzen einen relativ einfachen Dilatator. Die zweite Gruppe bilden die Wiederkäuer und das Schwein mit einem komplizierten Dilatator.

Bei Pferd, Hund und Katze besteht der einfache Aufbau darin, dass an der gesamten Irisinnenfläche, soweit das überhaupt in Betracht kommen kann, die Innenbekleidung eine solche ist, wie sie bisher geschildert wurde; also überall in der Tiefe der Faltentäler sowie auf der Höhe der Faltenberge, ist der Aufbau der einzelnen Schichten der gleiche. Ausserdem ist die Bruchsche Membran bei diesen Tieren weitaus kräftiger entwickelt als bei der zweiten Gruppe.

Die zweite Gruppe von Tieren, die der Wiederkäuer und des Schweines, ist dadurch ausgezeichnet, dass die Dilatatorschicht besondere Bildungen (teils Falten, teils Leisten) trägt, und dass ausserdem (wenigstens bei den Ruminantiern) die Bruchsche Membran sehr wenig kräftig ausgebildet ist. Dazu kommt, dass bei den Wiederkäuern die epithelialen Teile der Dilatatorschicht unverhältnismässig hoch und voluminös sind. Bei diesen Tieren kann man daher, wie schon oben erwähnt, nie beobachten, dass die Kerne der Dilatator-

schicht bei Myosis in die Membran selbst zu liegen kommen. Die Protoplasmateile sieht man nur radiär in die Länge gezogen und der Membran flach und niedrig anliegend. Ihre Kerne nehmen meist eine leicht ovale Form an und stellen sich radiär. Also durch eigenartige Falten- und Leistenbildung an der Dilatatorlamelle (Bruchsche Membran und epitheliale Teile) ist die Iris von Rind, Ziege, Schaf und Schwein ausgezeichnet. Man findet nämlich bei mydriatischer Stellung der Iris neben den üblichen doppelt belegten Falten der Iris solide leistenartige Verdickungen ins Stroma hineinragen, die nur von den Elementen der äusseren Lamelle gebildet werden. Sie haben ihren Sitz sowohl an den Faltenbergen wie an den Faltentälern; beim Rind findet man sie ausserdem noch an den Seitenwänden der gewöhnlichen Falten. Beim Rinde könnte man glauben, dass sich diese Leisten in Gestalt einer besonderen Faltenbildung der Dilatatorschicht gebildet hätten. Man sieht, wie deren Zellen von der Unterlage (der inneren Epithellamelle) in Form zweier Blätter sich abheben, die dicht aneinander liegen und ohne Hohlraumbildung eine Strecke gegen das Stroma sich vorschieben. Hierbei hat also die gegenseitige Lagerung der die Falten bildenden Zellen keine Störung erfahren; die fibrillierten Teile sind stromawärts gelegen, die protoplasmatischen dagegen der Achse der Leisten zugekehrt. Beim Schweine präsentieren sich diese Bildungen nur an einzelnen Falten, und zwar vorwiegend an deren Grunde, als ganz niedrige leistenartige Verdickungen, die von verstreut oder besser gesagt unregelmässig in der Leiste liegenden vollwertigen Elementen der Dilatatorschicht gebildet werden. Andere Falten zeigen solche Sonderbildungen nicht. Ziege und Schaf haben sowohl am Grunde aller Falten, als auch auf der Höhe der Faltenberge mehr oder weniger grosse Anhäufungen der Dilatatorelemente liegen; die Bildungen an den Faltenbergen sind vor allem beim Schafe sehr häufig und besonders hoch-

gradig ausgeprägt. Die Protoplasmateile mit ihren Kernen und die Fibrillenbündel liegen auch bei Ziege und Schaf wie beim Schwein willkürlich durcheinander. Ausserdem findet man beim Schafe bei mydriatischer Irisstellung zuweilen Röhrenbildungen, wie sie für Myosis typisch ist. An allen diesen Bildungen nimmt also die innere Epithellamelle nicht teil; sie lässt dort meist nur eine mehr oder weniger tiefe Einsenkung erkennen.

Bei Dehnung der Iris, also bei Pupillenverengerung, erleiden nun aber diese geschilderten Leisten ganz verschiedenartige Veränderungen. Myosis hat so bei Rind und Schwein ein Verschwinden der Leisten zur Folge, und es tritt das gewöhnliche Verhalten an den inneren Schichten zutage, wie es Pferd, Hund und Katze zeigen. Allerdings wäre der Vollständigkeit halber zu erwähnen, dass beim Rind nicht alle, wohl aber die grösste Anzahl der Leisten verschwinden. Immer aber sind die noch bleibenden niedriger als bei weiter Pupille. Bei Ziege und Schaf dagegen verschwinden die Leisten nicht; es ordnen sich bei Pupillenverengerung die Elemente derselben ganz typisch an und legen sich im Querschnitt zu teils offenen, teils geschlossenen Röhren, also einen Hohlraum umkreisend, um, wie sie bei diesen Tieren genau beschrieben wurden. An den offenen Röhren wird die Basis derselben (im Tangentialschnitt gesehen) von der inneren Irislamelle gebildet, während unter geschlossenen Röhren diejenigen zu verstehen sind, bei denen die Dilatatorlamelle allein den gebildeten Hohlraum umschliesst. Bei dem Entstehenlassen dieser Röhren kommt es nun aber noch insofern zu einer eigenartigen Umlagerung der einzelnen Zellelemente, als diese hier wieder die typische Aneinanderlagerung zeigen, wie sie sonst in der Dilatatorlamelle zu finden ist, d. h. die Fibrillen liegen dann am Stroma und die kernhaltigen pigmentierten Protoplasmateile begrenzen das Lumen der Röhren. Die leistenartigen Verdickungen bei Mydriasis und die Röhren-

bildungen bei Myosis sind also nur als Modifikationen einer und derselben Bildung bei verschiedener Pupillenstellung aufzufassen. Pupillar enden die charakteristischen Falten mit den Elementen der Dilatatorschicht im ciliaren Rande des Sphincters, ciliar scheinen sie allmählich unter Niedrigerwerden zu verschwinden.

Soweit ich mir durch die Untersuchungen der Iris der Haussäugetiere allein ein Urteil erlauben kann, habe ich den Eindruck gewonnen, dass diese leistenartigen Bildungen an der Dilatatorlamelle zur Verstärkung des bei Schwein und Wiederkäuern schwach entwickelten Dilatators dienen. Wenn ich auch den Dilatator vom Schweine in der speciellen Beschreibung nicht gerade als schwach entwickelt bezeichnet habe, so rangiert das Schwein bezüglich der Ausbildung des Dilatators doch hinter dem Pferd; denn was die Stärke der Bruchschen Membran bei den einzelnen Haussäugern betrifft, so folgen der Reihe nach Hund, Katze, Pferd, Schwein und Wiederkäuer. Von den Wiederkäuern besitzt vielleicht das Schaf noch die stärkste Bruchsche Membran; bei Rind und Ziege ist sie gleich schwach entwickelt.

Der Übertritt der Dilatatorschicht auf die Processus ciliares ist nicht bei allen Tieren gleichartig. Bei Pferd und Wiederkäuern erfolgt der Übergang am Fusse der Ciliarfortsätze, wo auch die Bruchsche Membran allmählich dünner wird und endigt. Letztere erreicht bei den Wiederkäuern die Höhe des Iriswinkels nicht, da sich die Ciliarfortsätze bekanntermassen ziemlich weit auf die Iris erstrecken. Bei Schwein, Hund und Katze setzt sich aber die Bruchsche Membran noch eine Strecke auf die Processus ciliares fort. Niemals beobachtet man bei den Haussäugern entgegen den Funden beim Menschen (Grunert, Szily) eine Ausstrahlung der Bruchschen Membran an der Basis der Ciliarfortsätze nach den Spatia anguli iridis hin. Es hält sich diese vielmehr bis zu ihrem Verschwinden streng an das Pigment. Der nicht fibrillär differenzierte Teil

der Dilatatorlamelle, die äussere Pigmentlage der Iris, geht bei allen Tieren direkt in das Pigmentblatt der Processus ciliares über, ohne bei den einzelnen Tieren etwas Besonderes zu zeigen. Die innere Epithellamelle der Pars iridica retinae wird in der Regel kurz vor den Ciliarfortsätzen pigmentarm und geht dann als mehr oder weniger pigmentfreie Epithellage in das innere Blatt der Pars ciliaris retinae über. Nur bei der Katze sind die Zellen dieser Lamelle eine grosse Strecke weit auf den Processus ciliares noch stärker pigmenthaltig.

Hinter dem Sphincter wird die Bruchsche Membran schwächer und verschwindet unter allmählichem Dünnerwerden bei den einzelnen Tieren verschieden weit von dem Pupillarrande entfernt, ohne jemals letzteren zu erreichen. Beim Pferde kann man sie bis etwas über die Hälfte des Sphincters hinaus verfolgen, bei den übrigen Tieren erstreckt sie sich jedoch weiter pupillarwärts.

Alle Haussäuger lassen Verbindungen, sogenannte Speichenbündel, zwischen der Bruchschen Membran und dem Sphincter erkennen; diese sind am ciliaren Ende des Sphincters seltener, finden sich pupillarwärts dagegen häufiger. Welchem Muskelsystem, ob dem Sphincter, ob dem Dilatator, diese Speichenfasern zuzurechnen sind, muss ich unentschieden lassen. Soweit sie pigmenthaltig sind, dürften sie dem Dilatator angehören. Bei den Wiederkäuern und dem Schweine treten ausserdem die eigenartigen Radiärfalten der Dilatatorlamelle mit dem Schliessmuskel in Verbindung. Man könnte geneigt sein, diese Leisten als modifizierte Radiärfasern aufzufassen; ein triftiger Grund dürfte wohl kaum gegen diese Annahme angeführt werden können.

Vergleich meiner Resultate mit denen der neueren Literatur.

Da ich bei der Schilderung der inneren Irisschichten der einzelnen Tiere nur spärlich auf die neuere Literatur eingegangen bin, soll das letzte Kapitel dieser Arbeit dazu dienen, meine Resultate denen der Forscher gegenüberzustellen, die in neuerer Zeit die inneren Irisschichten zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht haben. In jüngster Zeit ist Levinsohn (25) für den Menschen und Affen mit der Ansicht hervorgetreten, „dass die hintere Irisbegrenzung aus drei verschiedenen differenzierbaren Teilen besteht, nämlich aus einem doppelschichtigen Pigmentepithel und einem darüber gelegenen membranartigen Muskel, der seinerseits aus einzelnen langen, glatten Muskelfasern zusammengesetzt ist". Wie Szily (35) halte ich dafür, dass Levinsohn bei der Vertretung seiner Ansicht sich teilweise auf Stellen der Iris stützt, die wenig geeignet sind, den wahren Aufbau der inneren Schichten erkennen zu lassen. Soweit ich es durch meine Untersuchungen der Iris der Haustiere beurteilen kann, empfiehlt sich die Gegend des ciliaren Sphincterrandes, aus dem z. B. Fig. 1 der Levinsonschen Arbeit genommen ist, nicht zum Studium der inneren Irisschichten, da dies leicht zu Irrtümern Veranlassung geben kann. Denn diese Figur kann man sehr wohl in der Weise deuten, dass die stäbchenförmigen Kerne vor den inneren Epithellagern Fasern angehören können, die Sphincter und Bruchsche Membran miteinander verbinden. Selbst wenn man diese Verbindungsfasern, die sogenannten Speichenbündel, dem Dilatatorsystem zurechnet, so ist das noch kein Beweis, dass die Bruchsche Membran als solche eigene Kerne besitzt und allein den Pupillenerweiterer darstellt. Jedenfalls habe ich bei unseren Haustieren nicht

gefunden, dass ausser den beiden Kernreihen der Epithelschicht auch die Bruchsche Membran im gleichen Irisabschnitt eigene Kerne enthält. Entweder präsentieren sich im Zustande von Mydriasis die inneren Irisschichten mit zwei Kernreihen und der kernlosen Bruchschen Membran, oder man sieht ausser den Kernen der inneren Epithelschicht eine Lage von Kernen, die teils zwischen den Fibrillenbündeln der Membran, teils dicht an deren innerer Oberfläche liegen. Dieses Bild würde einer engen Pupille entsprechen, wie es Pferd, Hund, Schwein und teilweise Katze zeigen. Die Kerne, die namentlich bei Hund und Katze bei weiter Pupille bisweilen in der Bruchschen Membran liegen, sind zweifellos schon wegen ihrer nahen Lage an dem Stroma für Bindegewebskerne und nicht für Dilatatorkerne zu halten. Ausserdem kann man so oft beobachten, dass solche Kerne gerade an der Grenze zwischen beiden fraglichen Teilen gelegen sind, d. h. dass sie vom Stroma her noch ein Stück zwischen die Fibrillenbündel der contractilen Membran sich einschieben. Ich betrachte also die Bruchsche Membran und die bei Mydriasis ihr innen anliegende Kernreihe als den Dilatator und habe bezüglich dessen Aufbaues dieselbe Ansicht, wie Heerfordt (16) und Szily (34), die ja auch, wie ausserdem Herzog (19) und Forsmark (7), die Zusammengehörigkeit der Bruchschen Membran mit dem äusseren Epithel entwickelungsgeschichtlich dargelegt haben. Deshalb kann ich auch nicht die Auffassung Grynfeltts (13) teilen. Er weist auf embryologischem Wege zwar nach, dass sich die Bruchsche Membran durch fibrilläre Differenzierung der stromaseitigen Pole der Epithelzellen der äusseren Lamelle entwickelt; die fibrillär differenzierten Teile verschmelzen aber zu einer nicht in einzelne Zellen zerlegbaren Schicht, zur Bruchschen Membran, die er für den kernlosen Dilatator hält und mit einem besonderen Namen „membrane dilatatrice" belegt; und er hält sie für eine besondere Bildung. Von dieser membrane dilatatrice trennt er histo-

logisch die vordere (äussere) unvollkommene Zellreihe ab, so dass er ebenfalls eine Dreiteilung der inneren Irisschichten annimmt. Die Felderung und Körnung auf Tangentialschnitten, die ja auf die Strukturverhältnisse der Membran hinweisen, hat er vollständig verkannt und glaubt, dass diese Zeichnung ein Mangel der Härtungsmethode oder eine Leichenerscheinung des Präparates ist. Mit Flemmingscher Flüssigkeit gehärtete Präparate dagegen, in denen die Membran vollständig zusammenhängend (ohne Felderung und Körnung) zutage tritt, und negative Isolierungsversuche haben ihm den Irrtum unterlaufen lassen, die Bruchsche Membran als eine „lame continue fibrillaire non divisible en fibres cellules" zu betrachten. Dieser Punkt namentlich hat mich zur Nachprüfung veranlasst, und ich habe Tangentialschnitte von Irides mit kräftig entwickelter Bruchscher Membran (Hund und Katze) mit Säurefuchsin-Pikrinsäure (van Gieson) gefärbt. Dass in diesen Schnitten eine deutliche gelb tingierte Felderung und ein feines rot gefärbtes Netzwerk erkennbar ist, das diese Felderung durchsetzt, hat man nicht als eine Leichenerscheinung des Objektes zu erklären, sondern es zeigt sich hierin die Zuverlässigkeit der Fixationsmethode. Lässt doch diese gefelderte Zeichnung der Bruchschen Membran ohne weiteres auf ihre Zusammensetzung aus Fibrillenbündeln schliessen, zwischen denen feine Bindegewebszüge verlaufen.

Unverständlich sind mir die Ausführungen Hottas (20). Die Irides von vier Affenarten zeigen ihm, dass die Bruchsche Membran bei enger Pupille viele eingelagerte stäbchenförmige Kerne enthält. Bei der Untersuchung von Irides mit gleicher Pupillenstellung zweier weiterer Affen findet er jedoch die Membran kernlos. Er kommt nun zu dem Resultate, dass die Bruchsche Membran keine eingelagerten Kerne besitzt und „protestiert gegen die Annahme, dass die Bruchsche Membran im ruhenden Zustande eigene eingelagerte Kerne enthält, wie die Beschreibungen neuerer Forscher beim Menschen und Säuge-

tieren zeigen". Dass die Membran, solange sie als deutliche Grenzschicht zwischen Pigment und Stroma auftritt, eigene eingelagerte Kerne nicht besitzt, davon bin ich auch überzeugt. Es gilt dies aber in jedem Falle eben nur für die mydriatische Iris. Meine Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass bei Myosis die Dilatatorkerne in die fibrillär differenzierten Teile des Erweiterers der Pupille, wenigstens bei verschiedenen Tieren, direkt hineingezogen werden; bei anderen, deren Dilatatorzellen sehr voluminöse kernhaltige Protoplasmateile besitzen, ist es dagegen nicht möglich, die Dilatatorschicht so zu dehnen, dass der gesamte Protoplasmateil mit dem Kerne zwischen die wenigen Fibrillen der zugehörigen Zelle hineingezogen wird.

Wie der Dilatator am Ciliarrande endet, darüber lauten die Befunde bei Menschen und Tieren verschieden. Grunert (12) und Szily (34) sehen ihn beim Menschen in das Bindegewebe des Ciliarkörpers ausstrahlen, während Heerfordt (16) die Fasern des Dilatators kurz vor dem Übergang in das Corpus ciliare sich rund krümmen sah. Grynfeltts (13) und meine Untersuchungen bei den Säugetieren haben ergeben, dass die Bruchsche Membran sich stets streng an das Epithel hält und unter allmählichem Schwächerwerden verschwindet.

Hinter dem Sphincter leugnet Grynfeltt jeden Zusammenhang zwischen Schliessmuskel und Bruchscher Membran bei den Säugetieren, während ich bei unseren Haustieren teils häufiger, teils spärlicher Faserbündel konstatieren konnte, die wie beim Menschen Sphincter mit Membran verbinden. Grunert betrachtet die sog. Speichenbündel als Insertionsfasern des Sphincters, da sie sich mit ihm zugleich kontrahieren. Heerfordt hält sie für Ausläufer des Sphincters, da sie mit ihm die stäbchenförmigen Kerne gleich haben. Miyake (29), der speciell die Verbindungsfasern zwischen Dilatator und Sphincter untersucht hat, rechnet die Speichenbündel dem Dilatator zu, da sie in ihrem Ursprunge stets in innigem Zusammenhange mit den

Muskelfasern des Dilatators stehen, während er eine Verschmelzung mit den circulären Sphincterfasern nicht überall beobachten konnte. Hiervon nimmt er die radiären Bündel aus, die am peripheren Rande des Sphincters eintreten. Durch meine rein histologischen Untersuchungen kann ich zu keinem definitiven Resultate kommen, welchem Muskelsystem die Verbindungsfasern zuzurechnen sind. Meiner Meinung nach können hierüber nur entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen Aufschluss geben, und auf diesem Wege dürfte Szily Licht in diese Frage gebracht haben. Er hat nachgewiesen, dass die Speichenbündel „genetisch auf das äussere Blatt zurückzuführen" sind und sich „aus den als Pigmentfortsätze bezeichneten, schon früher bekannten Vorsprüngen der Epithellamelle" entwickeln. Die embryologischen Resultate sprechen also dafür, die sog. Speichenbündel dem Dilatator zuzuweisen.

Die Falten der inneren Irisschichten haben vor allem Grynfeltt (13) und Heerfordt (16) studiert. Ausser den gewöhnlichen Falten sind ihnen bei einzelnen Tieren besondere aufgefallen, die von der Dilatatorschicht allein, also ohne Beteiligung der inneren Epithelschicht, gebildet werden. Muskelleisten, wie sie Grynfeltt als plis musculaires bei Kaninchen, Schaf und Fleischfresser und ferner Heerfordt beim Seehunde beobachteten, habe ich in ähnlicher Weise bei Rind, Schaf, Ziege und Schwein gefunden. Die Falten von den kleinen Wiederkäuern und dem Schweine unterscheiden sich jedoch dadurch von denen, die Grynfeltt und Heerfordt sahen, dass die sie bildenden Elemente in der Leiste bunt verstreut durcheinanderliegen, während sie nach Grynfeltt und Heerfordt einen für die Dilatatorlamelle typischen Bau aufweisen (Fibrillen stromaseitig, Protoplasma und Kerne pigmentseitig). Das gleiche konnte ich nur beim Rinde finden. Grynfeltt konnte namentlich bei den Tieren plis musculaires konstatieren, die einen kräftigen Dilatator besitzen; eine Ausnahme davon

soll nach ihm nur das Schaf machen. Er glaubt daher, dass das Auftreten dieser Muskelfalten mit einer kräftigeren Entwickelung des Dilatators in Zusammenhang steht. Meine Untersuchungen haben mich allerdings diese besondere Faltenbildung nur bei den Tieren sehen lassen, die mit dem schwächsten Dilatator ausgestattet sind, und ich bin deshalb entgegen Grynfeltt zu der Ansicht gekommen, dass sie gerade zur Verstärkung des bei diesen Tieren schwach entwickelten Dilatators dienen. Dass Grynfeltt bei Rind, Ziege und Schwein keine Dilatatorleisten gefunden hat, mag gewiss damit zusammenhängen, dass er seine Untersuchungen auf den Menschen und auf 34 Säugetierarten ausgedehnt hat. Bei einer solchen Fülle von Material ist es wohl verständlich, dass diese und jene Einzelheit dem Untersucher entgeht. Andererseits habe ich beim Hunde und auch bei der Katze, die wie alle Carnivoren exklusive Bär nach Grynfeltt plis musculaires besitzen sollen, trotz sorgfältiger Untersuchung mehrerer Exemplare weder in Radiär-, noch in Tangential- und Flachschnitten auch nur eine Andeutung finden können, die auf derartige Gebilde hinwiese. Ferner haben beide Autoren, Grynfeltt (3) und Heerfordt (16), ihre merkwürdigen Befunde nicht daraufhin geprüft, ob diese bei Myosis eine Veränderung erfahren. Denn wie ich schon oben erwähnt habe, verschwinden die Leisten beim Schwein vollständig und beim Rind zum allergrössten Teile; bei Ziege und Schaf wandeln sie sich grossenteils in Röhren um, indem gleichzeitig die Elemente dieser Leisten die für die Dilatatorlamelle typische Umlagerung erfahren.

Am Ende meiner Abhandlung möchte ich aus meinen Schlussfolgerungen kurz folgende Sätze formulieren:

1. Die sog. Bruchsche Membran und die ihr innen anliegende Protoplasmalamelle bilden in ihrer Gesamtheit eine

morphologische und physiologische Einheit und stellen den Musculus dilatator pupillae dar.

2. Der Musculus dilatator pupillae baut sich aus spindeligen Zellen auf. Diese bestehen aus einem fibrillierten, zwei diametral gegenüberliegende Fortsätze bildenden contractilen Teil und einem protoplasmatischen, der einen nach innen gekehrten Belag an den Fibrillen darstellt. Die Protoplasmaleiber dieser Zellen legen sich zu einer zusammenhängenden Epithellage zusammen, und die Fibrillenbündel bilden ihrerseits die nach aussen gelegene contractile Lamelle, die sog. Bruchsche Membran.

3. Die Membran ist am dicksten beim Hunde; es folgen Katze, Pferd, Schwein, Schaf, Ziege und Rind.

4. Bei weiter Pupille besitzen die Zellen die in Nr. 2 geschilderte Form. Ihr Kern ist dann stets an den einseitigen Protoplasmabelag gebunden, und die Membran ist frei von Dilatatorkernen. Kommen dennoch Kerne vor, so sind diese als zum Stroma gehörig zu betrachten.

5. Bei enger Pupille gelangen durch die radiäre Dehnung die Dilatatorprotoplasmateile mit den zugehörigen Kernen in die Bruchsche Membran (Pferd, Schwein, Hund und Katze) so dass letztere bis zu einem gewissen Grade das Aussehen eines echten glatten Muskels erhält.

6. Bei den Wiederkäuern sind im allgemeinen die kernhaltigen Protoplasmateile der Dilatatorelemente zu voluminös, als dass sie mit den Kernen bei Myosis in die Bruchsche Membran hineingezogen werden könnten.

7. Bei den Wiederkäuern und beim Schweine kommen ausser den gewöhnlichen Radiärfalten, wie sie alle Tiere an der Irisinnenfläche zeigen, noch besondere Bildungen und zwar in der Hauptsache Leisten vor. Diese Leisten der Paarhufer sind als Verstärkungen ihres relativ schwachen Dilatators anzusehen.

Sie fehlen Pferd und Fleischfressern, die einen an sich viel stärkeren Erweiterer besitzen.

8. Diese Leisten verschwinden bei Rind und Schwein bei Myosis mehr oder weniger vollständig; bei Ziege und Schaf dagegen wandeln sie sich grossenteils in zum Teil an der Basis offene, in zum Teil völlig abgeschlossene Röhren um.

9. Die Leisten laufen pupillar in den Sphincter aus und könnten demnach als modificierte Radiärfasern aufgefasst werden.

Vorliegende Untersuchungen wurden im veterinär-anatomischen Institute der Universität Zürich auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Zietzschmann ausgeführt. Für die gütige Unterstützung, welche er mir bei meiner Arbeit zuteil werden liess, bin ich ihm zum grössten Danke verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Die mit * versehenen Arbeiten habe ich eingesehen; die anderen sind nach Autoren citiert.

1. Alfieri, Alex., Un nuovo methodo per la depigmentazione dei tessuti. Monitore Zoologico Italiano. August 1897.
2. Boe, F., Archives d'ophthalmologie. 1885.
3. Dogiel, Neue Untersuchungen über den pupillenerweiternden Muskel der Säugetiere und Vögel. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XXVII. 1886.
4. Dostoiewsky, Über den Bau des Corpus ciliare und der Iris der Säugetiere. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. XXVIII. 1886.
5. Eversbusch, Vergleichende Studien über den feineren Bau der Iris. Zeitschr. f. vergleich. Augenheilk. 1882.
6. Faber, Der Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere 1876.
7. Forsmark, Zur Kenntnis der Irismuskulatur des Menschen, ihr Bau und ihre Entwicklung. Widmarks Mitteilungen aus der Augenklinik des Carol. med.-chirurg. Institut zu Stockholm. H. 7.
8. Frugiuele, Sul cosi dello musculo Dilatatore della pupilla nell' uomo e nei mammiferi. Gazetta internazionale di medizina pratica. 1899.
9. Fuchs, Beiträge zur normalen Anatomie der menschlichen Iris. v. Graefes Arch. f. Ophthalmol. Bd. XXXI. 1885.
10. Gabriélidès, Archives d'ophthalmologie. 1895.
11. Grünhagen, Über das Vorkommen eines Dilatator pupillae in der Iris beim Menschen und den Säugetieren. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII. 1866. Die übrigen Arbeiten s. Zietzschmann. Das Sehorgan.
12. *Grunert, Der Dilatator pupillae des Menschen. Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Irismuskulatur. Archiv f. Augenheilkunde. Bd. XXXVI. 1898.
13. *Grynfeltt, Le muscle dilatateur de la pupille chez les mammifères. Ann. d'oculiste. Tom. LXXI. 1898.
14. Hampeln, Ein Beitrag zur Anatomie der Iris. Inaug.-Dissert. Dorpat. 1869.
15. Hasche, Das Irispigment des Katzenauges. Inaug.-Dissert. Rostock. 1902.
16. *Heerfordt, Studien über den Musc. dilatator pupillae. Anat. Hefte. Bd. XIV. 1900.

17. Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. II. 1866.
18. Herzog, Über die Entwickelung der Binnenmuskulatur des Auges. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. VII. 1901.
19. — Die Entwickelung der Binnenmuskulatur des Auges. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LX. 1902.
20. *Hotta, Das Auge des anthropomorphen Affen. v. Graefes Arch. f. Ophthalmol. Bd. LXII. 1905.
21. Hüttenbrenner, Wiener Sitzungsber. Bd. LVII. Abt. 1. 1868.
22. *Iwanoff u. Jeropheef, Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere. 1871.
23. Juler, A contribution to the anatomy and physiology of the iris. Transact. of the VIII. internat. ophthalmol. Congr. Edinburgh. 1894.
24. Koganei, Untersuchungen über den Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXV. 1885.
25. *Levinsohn, Über die hinteren Grenzschichten der Iris. v. Graefes Archiv f. Ophthalmol. Bd. LXII. 1906.
26. Luschka, Anatomie des menschlichen Kopfes. Tübingen 1867.
27. Merkel, Die Muskulatur der menschlichen Iris. Rostock 1873.
28. Michel, Über Iris und Iritis. Archiv f. Ophthalmol. Bd. XXVII. II. 1881.
29. *Miyake, Ein Beitrag zur Anatomie des Musc. dilatator pupillae bei den Säugetieren. Inaug.-Diss. Verh. d. physik.-med. Ges. zu Würzburg N. F. 34.
30. Münch, Zur Anatomie des Dilatator pupillae. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. XIII. 1905.
31. Retzius, Zur Kenntnis vom Bau der Iris. Biol. Unters. n. F. Bd. V. 1893.
32. Schwalbe, Lehrb. der Anatomie des Auges. 1887.
33. *Stock, Ein Beitrag zur Frage des Dilatator iridis. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Bd. XL. 1902.
34. *Szily, Aurel, Beitrag zur Kenntnis der Anatomie und Entwickelungsgeschichte der hinteren Irisschichten mit besonderer Berücksichtigung des Musc. sphincter pupillae des Menschen. Arch. f. Ophthalmol. Bd. LIII. III. 1902.
35. *— Über die hinteren Grenzschichten der Iris. v. Graefes Arch. f. Ophthalmol. Bd. LXIV. 1906.
36. Widmark, Über den Musc. dilatator pupillae des Menschen. Mitteil. aus der Augenklinik d. Carol. med. Instituts zu Stockholm. 1901.
37. *Zietzschmann, Das Sehorgan. Im Handb. der vergleichenden mikr. Anat. d. Haustiere v. Ellenberger. Berlin 1906.
38. *— Die Traubenkörner unserer Haussäugetiere. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. LXV. 1906.
39. *— Die Akkommodation und die Binnenmuskulatur des Auges. Schweiz. Arch. f. Tierheilk. Bd. XLVIII. 1906.

Aus dem Laboratorium der otolaryngologischen Universitäts-Klinik (Prof. Siebenmann) in Basel.

DIE BLUTGEFÄSSE DES HÄUTIGEN LABYRINTHES DER RATTE.

BEITRÄGE ZUR VERGLEICHENDEN ANATOMIE DES INNEREN OHRES.

VON

K. ASAI
IN KYOTO (JAPAN.)

Mit 3 Abbildungen auf den Tafeln 46 48.

Die vorliegende Arbeit ist die Fortsetzung unseres vergleichend-anatomischen Studiums über die Blutgefässe des häutigen Labyrinthes. Da die Nagetiere phylogenetisch auf einer höheren Stufe als die Raubtiere stehen, so ist es nicht uninteressant, einen Repräsentanten der ersteren, die weisse Ratte, zu untersuchen. Die Technik führten wir ganz auf gleiche Weise, wie bei dem Hunde, also nach der Methode von Siebenmann durch. Dieses Mal haben wir jedoch meistens vom linken Ventrikel und bei niedrigem Druck injiziert, weil das kleine Tier für das direkte Einführen der Kanüle zu feine Gefässe hat. Die Schnecke der Ratte besitzt, ähnlich derjenigen des Menschen, $2^3/_4$ Windungen.

A. Arterien.

Das Labyrinth hat einen einzigen Arterienstamm, welcher vom inneren Gehörgang in dasselbe eindringt. Dieses Gefäss, die A. cochleae communis (Fig. 1[1]), teilt sich wie bei dem Menschen und dem Raubtiere in drei Äste, die A. vestibuli anterior, die A. vestibulo-cochlearis und die A. cochleae propria.

1. A. vestibuli anterior.

(Fig. 1[2].)

Sie ist der erste Ast der A. cochleae communis und versorgt bei dem Huftier, dem Raubtier, dem Nagetier und dem Menschen immer den vorderen Teil des Vorhofs. Sie geht zunächst mit dem Ramus vestibularis des Hörnervs nach oben, aussen und hinten, dann teilt sie sich in zwei Zweige, die Ramuli ampullae anterioris und externae; der obere Zweig sendet der oberen Crista acustica zahlreiche Ästchen zu und gelangt zum vorderen Bogengang, um mit den Ästchen des Crus commune zu anastomosieren; der äussere Zweig endlich schickt der äusseren Crista acustica ebenfalls zahlreiche Ästchen zu und anastomosiert mit den Ästchen der anderen Hälfte des äusseren Bogenganges. Auf ihrem Wege versorgt die Arterie ausserdem die Maculae sacculi und utriculi, sowie die vorderen Teile des Utriculus und des Sacculus mit kleinen Zweigen.

2. A. vestibulo-cochlearis.

(Fig. 1[3].)

Die Teilungsweise dieses zweiten Astes der A. cochleae communis entspricht ungefähr der Ausbreitung des Ramus medius des Hörnerven, ausgenommen den Ramus cochlearis, welcher für den Anfang der Basalwindung der Schnecke bestimmt ist. Den Ramus cochlearis haben wir ausserdem bei dem Raubtiere (Hund), dem Nagetiere (Meerschweinchen) und dem Menschen konstatiert. Wie bei ihnen entsteht er auch bei der Ratte am Vorhofteile der Schnecke aus der A. vestibulo-cochlearis, wendet sich zum äusseren vorderen Teile des Anfangs der Basalwindung und bildet an dem Ligamentum spirale und der Stria vascularis feine Capillarnetze; er sendet noch kleine Zweige zu dem benachbarten Spiralblatt und dem Rosen-

thalschen Kanale. Das Nichtvorhandensein dieses Ramus, wie Shambaugh es bei seinen Untersuchungen von Huftieren nachgewiesen haben will, scheint eine derart sonderbare Ausnahme zu sein, dass wir dessen Resultate später einer Kontrolluntersuchung unterwerfen müssen. Genau gesprochen erstreckt sich diese Arterie beim Hunde fast über die unteren zwei Drittel der Basalwindung, bei der Ratte beinahe bis zum Ende des ersten Viertels der Basalwindung und beim Menschen ungefähr bis zum Ende des ersten Drittels der Basalwindung.

Die A. saccularis (Fig. 1^{5}) und die A. nervi ampullae posterioris (Fig. 1^{8}) gehen bei der Ratte, den Ramulus sacculi, beziehungsweise den Ramulus ampullae posterioris begleitend, bis zur Macula sacculi (Fig. 1^{10}); hier löst sich die erstere in feine Ästchen auf und anastomosiert mit den Ästchen der A. vestibuli anterior, während die letztere zur Crista acustisa der hinteren Ampulle (Fig. 1^{26}) sich fortsetzt, um endlich nach der Bildung des Netzwerkes an der Eintrittsstelle der Nervenfasern zum ampullären Schenkel des hinteren Bogenganges zu gelangen.

Der Ramus vestibularis oder die A. vestibuli posterior (Fig. 1^{6}) zieht über die äussere Fläche des hinteren Teiles des Vorhofes an das Crus simplex des äusseren Bogenganges und das Crus commune (Fig. 1^{27}) hin, bildet an der ersteren Stelle mit den von der anderen Hälfte des Bogenganges kommenden Ästchen der A. vestibuli anterior eine Anastomose und am Crus commune teilt er sich zuerst in zwei Ästchen, dann anastomosiert er einerseits mit den Ästchen der A. vestibuli anterior, andererseits mit denjenigen der A. nervi ampullae posterioris. Ausserdem werden von der Arterie kleine Ästchen an den hinteren Teil des Vestibulums, an das Spiralblatt und an den Modiolus abgegeben. Diese letzterwähnten Äste der A. vestibulocochlearis, die A. saccularis, die A. nervi ampullae posterioris und die A. vestibuli posterior zeigen die gleichen Verhältnisse

bei dem Menschen und dem Hunde. Ausnahmsweise erhält das Crus commune das arterielle Blut von der A. vestibuli anterior, die hintere Ampulle und der hintere Bogengang von dem Ramus cochlearis der A. vestibulo-cochlearis.

3. A. cochleae propria.

(Fig. 1[4].)

Diese Arterie bildet eine auffallende Spiraltour um die Schneckenachse. Die Zahl ihrer Äste ist bei den einzelnen Gattungen sehr variabel: man sieht beim Menschen 1—2 in der Basalwindung und einen in den oberen Windungen, bei der Ratte 5 in der Basalwindung, 5—6 in der Mittelwindung und 2—3 in der Spitzenwindung und beim Hunde 4 in der Basalwindung und 3 in den oberen Windungen. Die Zahl der Ästchen, welche sich über die obere Wand der Scala vestibuli verbreiten, bleibt jedoch eigentümlicherweise immer beinahe dieselbe, obgleich die Windungen der Schnecke nicht in gleicher Zahl vorhanden sind, nämlich beim Menschen sind es ca. $2^1/_2$ bis $2^3/_4$, bei der Ratte ca. $2^3/_4$ bis 3 und beim Hunde $3^1/_2$; beim Menschen belaufen sie sich auf 30—35 (in B.W. 15, in M.W. 10 und in S.W. 5), bei der Ratte auf 28—32 (in B.W. 17—18, in M.W. 9—10 und in S.W. 2—4) und beim Hunde auf 28—33 (in B.W. 14—15, in II. W. 8—9, in III. W. 4—6 und in S.W. 2—3). Shambaugh hat beim Kalb 38—40 Ästchen gesehen. Die Ästchen lösen sich bei der Ratte, wie es nachher genauer besprochen wird, dichotomisch am Ligamentum spirale und an der Stria vascularis wieder in zahlreiche feine Capillaren auf. Die Arterie gibt ausserdem an das Capillarnetz des Spiralblattes, des Spiralganglions und des Modiulus feine Zweige, auch schickt sie wenigstens in der Basalwindung noch spärliche Ästchen über die untere Wand der Scala tympani zu dem Ligamentum spirale und der Stria vascularis. Diese Ausbreitungen stimmen auch bei dem Menschen, dem Nagetiere und dem Raubtiere

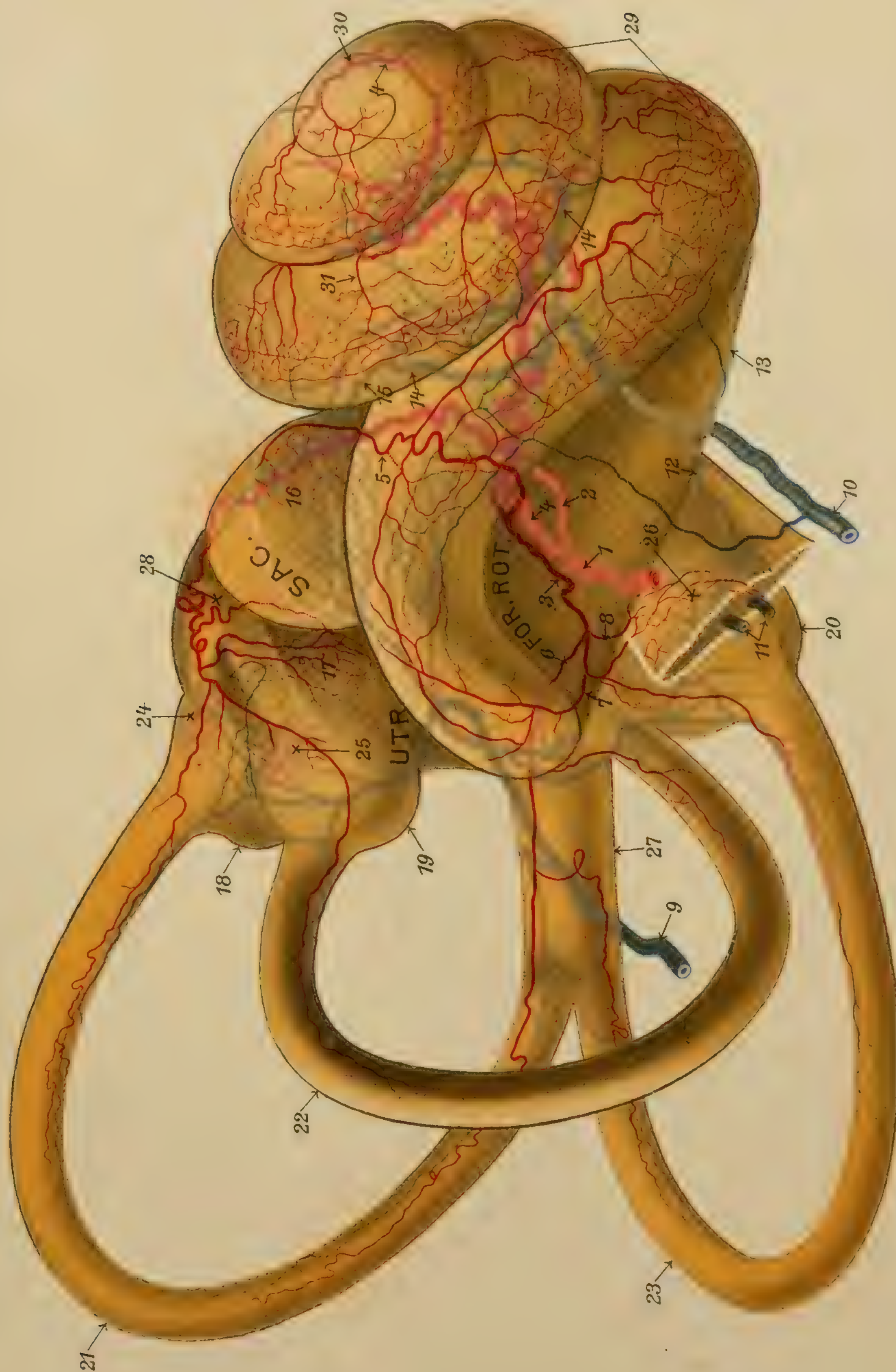


Fig. 1.

Dressler delin.

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.



Dressler delin.

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.



Fig. 3.

Dressler delin.

Verlag von J.F. Bergmann, Wiesbaden.
Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.

vollständig miteinander überein. Überall sind die Ästchen nur für das Spiralblatt und die Scala vestibuli der einen und derselben Windung bestimmt und nicht zugleich für diejenigen der einen und der benachbarten andern Windung.

B. Venen.

Das Blut, welches die A. cochleae communis dem Labyrinth zuleitet, verteilt sich beim Rückfluss bei dem Menschen, dem Nagetiere und dem Raubtiere auf drei Venenstämme, die V. aquaeductus vestibuli (Fig. 1⁹), welche es zum grössten Teile von der Pars superior aufnimmt, die V. aquaeductus cochleae und die Vv. auditivae internae, welche es meistens aus der Pars inferior sammeln; die erstere erhält ausserdem Zuflüsse aus dem Sacculus und die letzteren aus dem vorderen und dem hinteren Teile des Vorhofes. Sie anastomosieren miteinander vorzugsweise an den Maculae saccculi und utriculi, an den Cristae acusticae und im Modiolus.

1. V. aquaeductus vestibuli.

(Fig. 1⁹.)

Sie sammelt bei dem Nagetiere wie bei dem Menschen und dem Raubtiere die Venen aus dem Sacculus, insbesondere der Maccula sacculi (Fig. 1¹⁶), aus dem Utriculus, insbesondere der Macula utriculi (Fig. 1¹⁷) und aus allen Bogengängen, nämlich aus dem Crus commune, sowie aus einem einfachen und drei ampullären Schenkeln. Bei den einzelnen Gattungen ist die Vereinigungsweise der Venen miteinander nicht vollständig dieselbe: die V. saccularis verbindet sich beim Menschen zuerst

mit einer vom hinteren Teile des Vestibulums herkommenden Vene, beim Hunde zuerst mit einem vom vorderen Teile stammenden Ast, dann senkt sie sich in den Stamm ein, und bei der Ratte (Fig. 1[5]) tritt sie direkt in den Stamm ein; die Venen des oberen und des hinteren Bogenganges vereinigen sich bei der Ratte und dem Hunde in der Regel schon am Crus commune zu einer Vene, bei Menschen ziehen sie anfangs einzeln nach dem mittleren Teile des Utriculus und dann gesellen sie sich je zu zweien durch Vermittlung eines gemeinsamen Astes zu dem Stamm.

2. V. aquaeductus cochleae.
(Fig. 1[10].)

Sie hat gewissermassen einen ähnlichen Verlauf wie die A. vestibulo-cochlearis und setzt sich aus den Vv. spirales anterior und posterior, sowie den Vv. vestibuli anterior und posterior zusammen, von welchen die ersteren in der Pars inferior und die letzteren in der Pars superior sich verbreiten; der Stamm dringt in den Gefässkanal des Aquaeductus cochleae ein und nicht in den inneren Gehörgang und erhält nicht direkt die Venen von den Schenkeln der Bogengänge. Das nämliche ist der Fall bei dem Menschen und den von mir untersuchten Tieren, dem Nagetiere und dem Raubtiere.

a) Vv. spirales anterior und posterior. Die V. spiralis anterior (Fig. 1[14]) läuft von der Schneckenspitze spiralförmig zum grössten Teil in der Spindel, die A. cochleae propria begleitend, nach der Basis der Schnecke herab, wo sie von der Arteria gesondert in den Stamm mündet. Sie kommt fast in gleicher Weise bei dem Menschen, dem Nagetiere und dem Raubtiere vor (während Shambaugh unter den Huftieren nur beim Kalbe etwas Ähnliches konstatiert hat). Auf ihrer Bahn nimmt sie zahlreiche Zweige vom Spiralblatt, vom Rosenthalschen

Kanal, sowie von dem Ligamentum spirale und der Stria vascularis auf; von den letzteren Stellen ziehen sich die Zweige gewöhnlich über die untere Wand der Scala tympani hin und selten über die obere Wand der Scala vestibuli, besonders sehr spärlich oder gar nicht in den oberen Windungen. Sie erhält noch Ästchen aus dem Sacculus und anastomosiert mit den feinen Zweigen der Vv. auditivae internae.

Die V. spiralis posterior (Fig. 1[13]) ist bei dem Menschen und allen Tieren immer deutlich sichtbar. Sie versorgt die Scala tympani, das Ligamentum spirale und die Stria vascularis des unteren Teiles der Schnecke, sowie die Spiralganglien, das Spiralblatt und den Modiolus, welche dem Gefässe nahe anliegen. Sie erstreckt sich beim Menschen über die Basalwindung und über eine kleine Teilstrecke der Mittelwindung, bei der Ratte ungefähr über drei Viertel der Basalwindung, beim Hunde über das erste Drittel oder über die erste Hälfte der Basalwindung (bei dem Schwein und dem Kalbe nach Shambaugh über zwei Drittel der Basalwindung).

b) Vv. vestibuli anterior und posterior. Die V. vestibuli anterior (Fig. 1[15]) tritt bei der Ratte, wie bei dem Menschen und dem Hunde eine Strecke den Ramus vestibularis begleitend in die V. spiralis anterior ein und sammelt das Blut aus den vorderen und äussern Ampullen, den Maculae sacculi und utriculi, sowie dem vorderen Teile des Vestibulums.

Die V. vestibuli posterior (Fig. 1[12]) ist wie beim Hunde eine sehr kurze Vene, welche nur von der hinteren Ampulle und ihrer Umgebung das Blut aufnimmt und dem Ramus ampullae posterioris entlang laufend sogleich in den Stamm gelangt. Bei den Huftieren (Kalb, Schaf und Schwein) ist sie nach Shambaugh mit verschiedenem Verlaufe sehr bedeutend entwickelt und enthält Zuflüsse auch aus dem Crus commune oder sogar aus den vorderen und äusseren Ampullen.

3. Vv. auditivae internae.

(Fig. 1[11].)

Im inneren Gehörgang und in der Spindel sieht man bei der Ratte zahlreiche Venen von verschiedenem Kaliber, welche mit den Ästchen der A. cochleae propria, der Vv. spirales anterior und posterior und der Vv. vestibuli anterior und posterior engmaschige Capillarnetze bilden und mit den Venen der Hirnhäute der Schädelbasis zusammenhängen. Die Netze münden wie bei dem Menschen und dem Hunde in den Sinus transversus, oder in den Sinus petrosus inferior. Bei den Huftieren hat Shambaugh diese Gefässe nicht finden können.

C. Die Hauptcapillargebiete.

a) Die Stria vascularis und die Zwischenwände (Fig. 2). Das innere Netz der Stria vascularis (Fig. 2[5]) und das äussere des Ligamentum spirale (Fig. 2[6]) sind bei der Ratte sehr leicht unterscheidbar, weil hier die beiden Netze wie an der Spitze der Schnecke des Hundes untereinander und nicht nebeneinander liegen. Die Netzwerke zeigen bei dem Menschen und den Tieren immer die gleiche Anordnung. Die Ästchen der A. cochleae propria (Fig. 2[1] u. [2]) in den oberen Windungen und diejenigen der A. vestibulo-cochlearis am Anfang der Basalwindung gelangen hauptsächlich über die Scala vestibuli in die Stria vascularis und das Ligamentum spirale; diejenigen der V. spiralis anterior (Fig. 2[3] u. [4]) in den oberen Windungen und diejenigen der V. spiralis posterior am unteren Teile der Schnecke gehen über die Scala tympani; sehr spärlich, besonders in den oberen Windungen, sieht man die Arterien an der Scala tympani und die Venen an der Scala vestibuli (Fig. 2[11]). Die Spiralgefässe der Prominentia spiralis (Fig. 2[9]) und der Crista basilaris (Fig. 2[10]) fehlen auch bei der Ratte nicht.

b) Der Canalis ganglionaris (Fig. 3[5]). Er wird durch die Ästchen der A. cochleae propria (Fig. 3[3]) und des Ramus cochlearis der A. vestibulo-cochlearis versorgt und seine venösen Abflüsse erfolgen bei der Ratte bis zu drei Viertel der Basalwindung durch die Vv. spiralis anterior und posterior, sowie die Vv. auditivae internae und in den oberen Windungen durch die V. spiralis anterior (Fig. 3[4]) und die Vv. auditivae internae. Das Capillargeflecht ist wegen seiner auffallenden Dichtigkeit deutlicher hervortretend als die Netze der anderen Teile der Spindel und ist an der Wand des Spiralkanals am dichtesten.

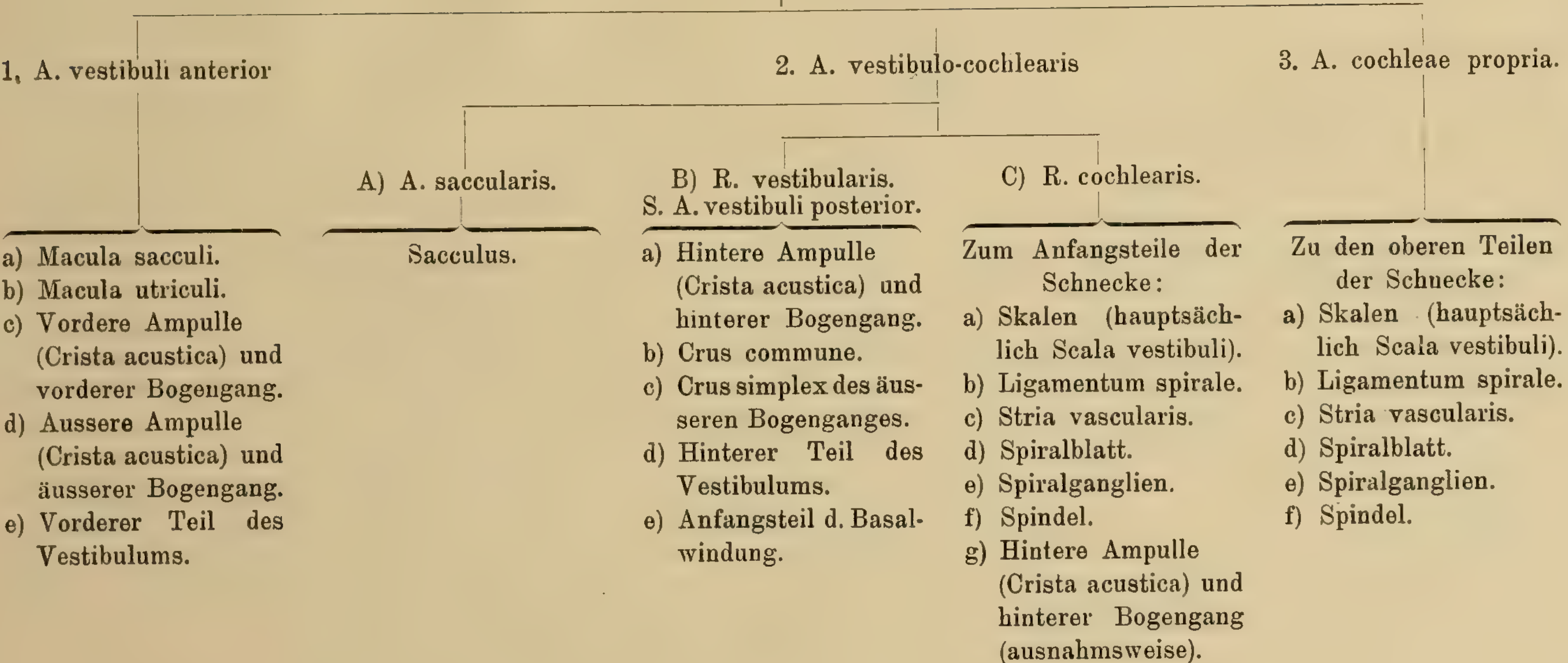
c) Das Spiralblatt (Fig. 3[9] u. [10]). Die Verhältnisse der radiären Verbreitung der Gefässe und die Spiralgefässe sind im allgemeinen gleich wie bei dem Menschen, dem Nagetier und dem Raubtier. Das Spiralblatt erhält sein arterielles Blut bei der Ratte bis zum ersten Viertel der Basalwindung vom Ramus cochlearis der A. vestibulo-cochlearis und in den oberen Windungen von der A. cochleae propria; das venöse Blut wird durch die Vv. spirales anterior und posterior abgeführt. Die letzteren stehen mit den Ästchen der Vv. auditivae internae im Zusammenhang. Man findet Spiralgefässe unter dem Cortischen Tunnel (Fig. 3[14]), am Labium tympanicum (weniger regelmässig, Fig. 3[12]) und an den Ansatzstellen der Reissnerschen (Fig. 3[11]) und der Cortischen Membran (Fig. 3[13]). In der Reissnerschen Membran zwischen der Crista basilaris und der Membrana basilaris ist wie bei dem Menschen, dem Meerschweinchen und dem Hunde kein Gefäss sichtbar.

d) Die Maculae sacculi und utriculi (Fig. 1[16] und [17]), die Cristae acusticae (Fig. 1[25], [26] und [27]) und die Bogengänge. Diese Capillargebiete sind ebenfalls ganz identisch wie bei dem Menschen, dem Nagetiere und dem Raubtiere. An der Macula sacculi anastomosieren die Ästchen der A. saccularis und der A. vestibulo anterior, sowie diejenigen der V.

spiralis anterior und der V. aquaeductus vestibuli, an der Macula utriculi die Ästchen der A. vestibuli anterior, sowie diejenigen der V. vestibuli anterior und der V. aquaeductus vestibuli miteinander. An den Cristae acusticae der vorderen und äusseren Ampulle bilden die Ästchen der A. vestibuli anterior mit denjenigen der V. vestibuli anterior und der V. aquaeductus vestibuli die Capillarnetze, welche beinahe sichelförmig an den Eintrittsstellen der Nervenfasern vorkommen; die Ästchen der A. vestibuli anterior und der V. aquaeductus vestibuli verbreiten sich an den vorderen und äusseren Bogengängen und anastomosieren nahe den Scheiteln mit den Gefässen der anderen Hälfte der Bogengänge. An der Crista acustica der hinteren Ampulle findet man eine ähnliche Ausbreitung; die Arterien entstammen jedoch dem Ramus vestibularis der A. vestibulo-cochlearis, während die Venen dem Gebiet der V. vestibuli posterior und der V. aquaeductus vestibuli angehören.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Blutgefässe des häutigen Labyrinthes bei dem Menschen, dem Nagetier (Ratte) und dem Raubtier (Hund) zeigen uns, dass diese drei Gattungen im grossen und ganzen eine identische Vascularisation des Labyrinthes besitzen und dass die nachgewiesenen Abweichungen nur ganz untergeordneter Natur sind. Die folgenden Schemata über die Gefässverteilung bei der Ratte geben daher zugleich eine Übersicht des Gefässverlaufes beim Menschen und beim Säugetiere im allgemeinen.


Arterien.
A. cochleae communis.
1, A. vestibuli anterior
a) Macula sacculi.
b) Macula utriculi.
c) Vordere Ampulle (Crista acustica) und vorderer Bogengang.
d) Aussere Ampulle (Crista acustica) und äusserer Bogengang.
e) Vorderer Teil des Vestibulums.
2. A. vestibulo-cochlearis
A) A. saccularis.
Sacculus.
B) R. vestibularis.
S. A. vestibuli posterior.
a) Hintere Ampulle (Crista acustica) und hinterer Bogengang.
b) Crus commune.
c) Crus simplex des äusseren Bogenganges.
d) Hinterer Teil des Vestibulums.
e) Anfangsteil d. Basalwindung.
C) R. cochlearis.
Zum Anfangsteile der Schnecke:
a) Skalen (hauptsächlich Scala vestibuli).
b) Ligamentum spirale.
c) Stria vascularis.
d) Spiralblatt.
e) Spiralganglien.
f) Spindel.
g) Hintere Ampulle (Crista acustica) und hinterer Bogengang (ausnahmsweise).
3. A. cochleae propria.
Zu den oberen Teilen der Schnecke:
a) Skalen (hauptsächlich Scala vestibuli).
b) Ligamentum spirale.
c) Stria vascularis.
d) Spiralblatt.
e) Spiralganglien.
f) Spindel.

Venen.

- **I. V. aquaeductus vestibuli**
  - a) Macula sacculi.
  - b) Macula utriculi.
  - c) Vordere Ampulle (Crista acustica) und vorderer Bogengang.
  - d) Aussere Ampulle (Crista acustica) und äusserer Bogengang.
  - e) Hintere Ampulle (Crista acustica) und hinterer Bogengang.
  - f) Crus simplex des äusseren Bogenganges.
  - g) Crus commune.
  - h) Kleine Zweige zu dem Sacculus und dem Utriculus.
- **II. V. aquaeductus cochleae**
  - **1. V. vestibuli posterior**
    - a) Hintere Ampulle (Crista acustica)
    - b) Hinterer Teil des Sacculus und des Utriculus.
  - **2. V. spiralis posterior**
    - Vom Anfangsteile der Schnecke:
    - a) Skalen (hauptsächlich Scala tympani)
    - b) Ligamentum spirale.
    - c) Stria vascularis
    - d) Spiralblatt.
    - e) Spiralganglien.
    - f) Spindel.
  - **3. V. spiralis anterior**
    - Von den obern Teilen der Schnecke:
    - a) Skalen (hauptsächlich Scala tympani)
    - b) Ligamentum spirale.
    - c) Stria vascularis
    - d) Spiralblatt.
    - e) Spiralganglien.
    - f) Spindel.
  - **4. V. vestibuli anterior**
    - a) Macula sacculi.
    - b) Macula utriculi.
    - c) Vordere Ampulle (Crista acustica)
    - d) Aussere Ampulle. (Crista acustica)
    - e) Vorderer Teil des Sacculus und des Utriculus.
- **III. Vv. auditivae internae**
  - a) Innerer Gehörgang.
  - b) Spiralganglien.
  - c) Spindel.

Gegenden		Arterien	Venen
Schnecke	1. Unterer Teil der Schnecke	a) Ramus cochlearis der A. vestibulo cochlearis b) A. cochleae propria c) A. vestibuli posterior	a) V. spiralis posterior b) Vv. auditivae internae c) V. spiralis anterior
	2. Oberer Teil der Schnecke	A. cochleae propria	a) V. spiralis anterior b) Vv. auditivae internae
Sacculus		a) A. saccularis b) A. vestibuli anterior	a) V. vestibuli anterior b) V. aquaeductus vestibuli
Utriculus	1. Vorderer oberer Teil des Utriculus	a) A. vestibuli anterior	a) V. vestibuli anterior b) V. aquaeductus vestibuli
	2. Hinterer unterer Teil des Utriculus	a) A. vestibuli posterior	a) V. vestibuli posterior b) V. aquaeductus vestibuli
Bogengänge	1. Oberer Bogengang 2. Äusserer Bogengang	a) A. vestibuli anterior b) A. vestibuli posterior	a) V. vestibuli anterior b) V. aquaeductus vestibuli
	3. Hinterer Bogengang	a) A. vestibuli posterior b) A. vestibuli anterior (ausnahmsweise) c) Ramus cochlearis der A. vestibulo-cochlearis (ausnahmsweise)	a) V. vestibuli posterior b) V. aquaeductus vestibuli

Erklärung der Abbildungen.

Figur I.

Das ganze Labyrinth

(rechte Seite).

1. A. cochleae communis.
2. A. vestibuli anterior.
3. A. vestibulo-cochlearis.
4. A. cochleae propria.
5. A. saccularis.
6. A. vestibuli posterior s. Ramus vestibularis der A. vestibulo-cochlearis.
7. R. cochlearis der A. vestibulo-cochlearis.
8. A. nervi ampullae posterioris.
9. V. aquaeductus vestibuli.
10. V. aquaeductus cochleae.
11. Vv. auditivae internae.
12. Vv. vestibuli posterior.
13. V. spiralis posterior.
14. V. spiralis anterior.
15. V. vestibuli anterior.
16. Macula sacculi mit dem Capillarnetz.
17. Macula utriculi mit dem Capillarnetz.
18. Vordere Ampulle.
19. Äussere Ampulle.
20. Hintere Ampulle.
21. Vorderer Bogengang.
22. Äusserer Bogengang.
23. Hinterer Bogengang.
24. Crista acustica ampullae anterioris mit dem Capillarnetz.
25. Crista acustica ampullae externae mit dem Capillarnetz.
26. Crista acustica ampullae posterioris mit dem Capillarnetz.
27. Crus commune.
28. Ramus vestibularis.
29. Stria vascularis mit dem Capillarnetz.
30. Zehnter Ast der A. cochleae propria.
31. Sechster Ast der A. cochleae propria.

Figur II.

Die Stria vascularis und das Ligamentum spirale
der zweiten Hälfte der Basalwindung der rechten Schnecke.
(Ansicht von oben aussen.)

1. Zwischenwandarterie des sechsten Astes der A. cochleae propria.
2. Zwischenwandarterie des siebenten Astes der A. cochleae propria.
3. Zwischenwandvene des zweiten Astes der V. spiralis anterior.
4. Zwischenwandvene des dritten Astes der V. spiralis anterior.
5. Capillarnetz der Stria vascularis.
6. Capillarnetz des Ligamentum spirale.
7. Obere Grenze des Capillarnetzes der Stria vascularis.
8. Untere Grenze des Capillarnetzes der Stria vascularis.
9. Spiralgefäss der Prominentia spiralis.
10. Spiralgefäss der Crista basilaris.
11. Obere Zwischenwandvene.

Figur III.

Radiärschnitt durch die Lamina spiralis, das Ligamentum spirale und die Stria vascularis
der ersten Hälfte der Basalwindung der linken Schnecke.

1. Arterien der oberen Zwischenwand.
2. V. spiralis posterior.
3. A. cochleae propria.
4. V. spiralis anterior.
5. Capillarnetz der Spiralganglien.
6. Ganglionäre Zweige der A. cochleae propria.
7. Ganglionäre Zweige der V. spiralis anterior.
8. Capillarnetz der Spindel.
9. Radiäre Arterien des Spiralblattes.
10. Radiäre Venen des Spiralblattes.
11. Spiralgefäss der Ansatzstelle der Reissnerschen Membran.
12. Spiralgefäss des Labium tympanicum.
13. Spiralgefäss der Ansatzstelle der Cortischen Membran.
14. Spiralgefäss des Cortischen Tunnels.
15. Spiralgefäss der Crista basilaris.
16. Spiralgefäss der Prominentia spiralis.
17. Obere Grenze des Capillarnetzes der Stria vascularis.
18. Untere Grenze des Capillarnetzes der Stria vascularis.
19. Capillarnetz der Stria vascularis.
20. Capillarnetz des Ligamentum spirale.
21. Reissnersche Membran.
22. Vene der unteren Zwischenwand der oberen Windung.


MBL/WHOI LIBRARY
WH 1AYQ Y